Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Geologie und Petrographie der Koralpe, IX

Der Bau der Koralpe und seine Beziehungen zu den Nachbargebieten

Von

Alois Kieslinger

(Mit 1 Tafel und 6 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. Juli 1928)

Nachdem in den Teilen Koralpe I—VIII eine Beschreibung des Gesteinsmaterials gebracht wurde, nachdem in einer Reihe von Veröffentlichungen, die an anderer Stelle erschienen sind, gewisse Einzelfragen einer getrennten Untersuchung unterzogen worden sind, ist es an der Zeit, die Ergebnisse einer jahrelangen umfangreichen Arbeit in einem der unbekanntesten Teile unserer Ostalpen in zusammenfassender Weise darzustellen. Vor allem soll der Akademie der Wissenschaften, die sowohl durch wiederholte Unterstützungen als auch durch weitgehendes Entgegenkommen bei der Drucklegung und Illustrierung der bisherigen Berichte diese Arbeit wesentlich unterstützt, wenn nicht überhaupt ermöglicht hat, der gebührende Dank abgestattet werden.

Das Arbeitsgebiet war außerordentlich groß; genauer untersucht wurde eine Fläche von rund 1000 Quadratkilometer. Das Koralpengebiet verteilt sich auf die beiden Blätter der österreichischen Spezialkarte Unterdrauburg und Deutschlandsberg—Wolfsberg (ein Streifen reicht noch in das nördlich anstoßende Kartenblatt Köflach—Voitsberg). Das geologische Kartenblatt Unterdrauburg ist fertiggestellt und befindet sich derzeit im Druck. Mit Rücksicht auf die hohen Kosten mußte leider darauf verzichtet werden, dieser Arbeit eine geologische Karte beizulegen. Für eine beiläufige Orientierung mögen die Übersichtskarte in Koralpe I sowie die topographischen Karten dienen.

Zur Lösung verschiedener Fragen war es nötig, auch große Gebiete außerhalb der Koralpe im engeren Sinne teils genau zu kartieren, teils wenigstens durch Vergleichsbegehungen zu untersuchen. Kartiert wurden die Phyllitberge des Sausals (Kartenblatt Wildon — Leibnitz), einzelne Teile des westlichen Posrucks, das Eibiswalder Tertiärbecken, der Nord- und Westrand des Bachergebirges, die Gutensteiner und die Bleiburger Berge und einzelne Stücke am Nordsaum der Karawanken. Kürzere Begehungen wurden

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

in den benachbarten Krystallingebieten der Stub-, Glein- und Saualpe sowie an einigen Stellen Mittelkärntens unternommen.

Aus Raummangel mußte darauf verzichtet werden, hier einen allgemeinen landschaftlichen Überblick zu geben. Wem die topographische Karte nicht genügt, der mag sich in dem schönen Buche von Purkarthofer *(160)* eine anschauliche Vorstellung von diesem fast unbekannten Teil unserer Alpen holen. Auch die morphologischen Fragen, die gerade in den letzten Jahren in den Vordergrund des Interesses getreten sind, werden hier nicht zur Sprache kommen.

Der beschränkte Raum zwang dazu, in den bisherigen Berichten nur eine Auswahl aus zahlreichen Beobachtungen zu bringen, von manchen Untersuchungen nur die Ergebnisse. Aus der unendlichen Fülle der verschiedenartigen Gesteine wurden nur charakteristische Vertreter hervorgehoben. Dadurch mag manche Angabe vielleicht nicht genügend begründet erscheinen. Anderseits zwang die übersichtliche Darstellung, zum Teil in Tabellenform, zu einer Art Schematisierung, zu einer schärferen Abgrenzung und mehr apodiktischen Darstellung, die den fließenden Übergängen in der Natur und auch unseren unzulänglichen Kenntnissen nicht ganz gerecht wird. Soll diese Darstellung doch nicht einen Abschluß bringen, vielmehr den Anfang einer neuzeitlichen Erforschung und eine Bezugnahme auf andere, besser bekannte Teile der Alpen. Bedenkt man, daß seit jener heroischen Zeit der ersten Landesaufnahme, in der allerdings diese Landschaft durch so hervorragende Männer wie Rolle und Lipold untersucht wurde, keinerlei neuere Bearbeitungen gemacht wurden, so daß also das Gebiet vom Standpunkte der jetzigen Gesteinskunde aus so gut wie unbekannt war, berücksichtigt man die schwierigen Verhältnisse der Kartierung im Grenzlande in der Nachkriegszeit, so mag vielleicht manche Unzulänglichkeit dieser Arbeit entschuldigt werden.

Ich möchte noch darauf hinweisen, daß meine Ergebnisse mit denen der Grazer Schule unter der Führung von Angel und Heritsch trotz manchen Abweichungen im einzelnen, im großen und ganzen gut übereinstimmen und daß nach dem baldigst zu erwartenden Zusammenschluß beider Kartierungsgebiete ein großes Stück unserer Ostalpen sich den besser bekannten Gebieten wird gleichberechtigt an die Seite stellen können. Das Wesentliche war die Herausarbeitung der voralpidischen Gebirgsreste und ihrer petrographischen Physiognomik, die sich inmitten alpiner Baueinheiten erhalten haben. Die Altersfrage allerdings dieser alten Gebirgsteile ist noch offen und wird zur endgültigen Lösung noch vieler Einzelarbeit bedürfen.

A. Die Gesteine und ihre Metamorphose.

1. Der Koralpenkern.

In den früheren Berichten ist eine Reihe von sauren Spaltungsgesteinen beschrieben worden. Es sind die verschiedenen Pegmatite im engeren Sinne (Koralpe VI), dann jene Intrusivstoffe, die in die

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Gneise und Glimmerschiefer (Koralpe VIII), in die eklogitischen Gesteine (Koralpe VII) und die Marmore (Koralpe II und V) eingedrungen sind. Die Injektionsnatur dieser Quarz-Feldspatmengen ist außerhalb jedes Zweifels. Lassen sich doch alle Übergänge von mächtigen Pegmatiten bis zu feinsten Lagen eindeutig beobachten. Damit soll natürlich nicht gesagt sein, daß der ganze Feldspatgehalt auf Injektion zurückzuführen sei. Eine Unterscheidung von primärem und sekundärem Feldspat kann aber nicht mehr erfolgen. Es war wiederholt ausführlich davon die Rede, wie sich das Wirtsgestein und die Injektionsstoffe gegenseitig beeinflussen, wie gewisse Minerale aufgezehrt, andere umkrystallisiert, wieder andere ganz neu gebildet werden. Die Menge dieses Injektionsmaterials ist ungeheuer groß. In Koralpe VIII wurde ausgeführt, daß bei vielen der Paragesteine die Injektion die Hälfte des ganzen Gesteines ausmacht. Berücksichtigt man die Größenverhältnisse des Koralpengebietes, so kommt man zu vielen Kubikkilometern aufgeschlossenen Injektionsmaterials, von den in der Tiefe zu vermutenden Orthomassen nicht zu reden. Es ist also eine geologische Erscheinung allererster Größenordnung.

Wo steckt nun jenes saure Orthomassiv, dessen Spaltungsgesteine wir in seinen Hüllschiefern finden?

Bekanntlich fehlt in der Koralpe ein solcher granitischer Körper. Nur im Gipfelgebiet wurde ein winziger Flecken von einem Gestein entdeckt, das Angel als Granodioritgneis anspricht. Seine Lage ist derart, daß man eine sehr komplizierte und unwahrscheinlich weit ausgreifende Tektonik annehmen müßte, um sie zu erklären, etwa als Verschleppung aus dem Stubalpengebiet. Und bei Annahme einer solchen Tektonik bleibt es erst recht unverständlich, warum von den von der Tektonik ergriffenen Orthomassen gerade nur jenes kleine Stückchen, das anscheinend nur wenige Kubikmeter umfaßt, in dem ganzen riesigen Gebiet erhalten geblieben sein soll. Außerdem macht die Tektonik der Gipfeldeckscholle (in der dieses Gestein auftritt) einen rein alpidischen Eindruck. Diese Bewegungen waren aber S—N gerichtet, so daß eine Südverfrachtung eines Stubalpengesteines ganz unverständlich ist. Ich halte daher dieses Gestein (von der Hochseealpe) nicht für ein echtes orthogenes Gestein, sondern für einen injizierten Glimmerschiefer (wofür schon der Granatgehalt spricht), für eine jener Konvergenzerscheinungen, die sich in dem petrographisch so mannigfaltigen Gebiet reichlich finden.

Es besteht nun die Möglichkeit, in der Tiefe einen nicht aufgeschlossenen hypothetischen Koralpenkern anzunehmen, nach Analogie mit den Orthokernen der Stub- und Gleinalpe und anderer Gebiete. Es fehlen alle direkten Anzeichen, die uns zu einer solchen Annahme berechtigen würden. Wir kennen entsprechende Gesteine viel weiter im Osten, wo sie von den jungtertiären Vulkanen der Oststeiermark aus der Tiefe emporgerissen wurden. Schon vor 20 Jahren hat Heritsch *(156*, p. 302 f.) unter anderen Einschlüssen

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

aus dem Basalt von Kapfenstein einen Biotitgranit beschrieben. Neuerdings hat Winkler *(158,* p. 20 ff.) eine ausführliche Aufzählung der Einschlüsse in den oststeirischen Eruptivgesteinen gebracht. Es überwiegen granitische Gesteine neben zahlreichen Angehörigen des Altkrystallins (Gneise, Amphibolite usw.). Diese oststeirischen Gesteine sind aber durchschnittlich 75 *km* von der Koralpe entfernt, und es wäre wohl zu gewagt, einen Zusammenhang anzunehmen.

Viel näher liegt der Vergleich mit dem Bachergebirge. Meines Wissens hat Heritsch zuerst die dortigen Granite für die Injektion der Koralpengesteine verantwortlich gemacht. Ein direkter Vergleich, etwa auf Grund von Analysen, ist unmöglich, abgesehen davon, daß entsprechende Analysen von Koralpenpegmatiten noch fehlen. Wir müssen annehmen, daß sich diese Spaltungsgesteine auch in ihren relativen Mineralverhältnissen durchaus vom Muttergestein unterscheiden. Eine Verwandtschaft wäre vielleicht einmal auf Grund gewisser akzessorischer Minerale (seltener Erden?) festzustellen. Übrigens ist der sogenannte Bacherngranit eine provisorische Sammelbezeichnung für recht verschiedene Gesteine. Neben alten Granitgneisen gibt es frische Tiefengesteine von tonalitischem Charakter, mit allen Übergängen in junge (kretazische) Ergußgesteine (Dazite, bzw. Quarzglimmerdiorite). Nach einer neuen Arbeit von Žurga *(157),* der ich allerdings in vielem nicht zustimmen möchte, scheint die eruptive Tätigkeit in Form von Ganggesteinen bis in spät- oder nachmiocäne Zeit angedauert zu haben. Eine Untersuchung dieser Bacherngesteine habe ich in Vorbereitung.

Es besteht jedoch die Möglichkeit, unmittelbar durch geologische Felduntersuchung den Zusammenhang zwischen den Bachernorthogesteinen und den Injektionen im Koralpengebiet nachzuweisen.

Die Koralpe ist vom Bachern durch eine tiefe Depression getrennt, welche ich die »Drautalsynklinale« genannt habe. Beide Gebirgsteile schneiden gegen Westen an einer tiefgreifenden Störungslinie, der »Lavanttaler Bruchlinie«, ab; sie wurde an anderer Stelle ausführlich behandelt *(159).* Jenseits (westlich) dieser Störung liegt eine Scholle, welche die synklinale Einmuldung nicht mitgemacht hat, das »Gutensteiner Krystallin«. Es sind diaphthoritische Gneise und Glimmerschiefer, ungemein stark mit pegmatitischem Material durchtränkt. Ihre starke alpine Durchbewegung hat aus diesen hybriden Gesteinen ziemlich indifferente Granatglimmerschiefer gemacht. Sie unterscheiden sich von den Gesteinen der südlichen Koralpe nur durch ihre stärkere Injizierung. Neben diesen eingeschlichteten Injektionen sind sie überdies sehr reich an jungen Quergriffen, welche sie dichtgedrängt durchsetzen. Genaueres wurde schon in Koralpe VI berichtet.

Geht man nun weiter nach S, so findet man östlich der Lavanttaler Störung, im eigentlichen Bachergebirge, wieder Altkrystallin. Es ist im oberen Mißlingtale (östlich vom Orte Mißling) gut zu beobachten. Wieder sind es die gleichen Koralpengesteine, die Durchtränkung ist aber enorm gesteigert. Zum Teil sind es

© Verlag Austria-Forum/Austria-Forum (AEIOU) | Österreichisches Kulturportal | Digitales Zentrum.at

noch die stark injizierten Glimmerschiefer. Andere Gesteine sind aber richtige Augengneise, Orthogesteine mit einer nicht sehr großen Menge von verdautem Paramaterial. Wir sind also dem Injektionsherde schon ungleich näher, wenn auch die eigentlichen »Granite« erst weiter im Osten folgen.

Auf diesem Wege von N gegen S haben wir also eine stetige Zunahme der Injektion festgestellt, ein gewichtiges Argument für den Zusammenhang von Koralpe und Bachern. Beide Gebirge sind eine alte Einheit und durch spätere tektonische Vorgänge oberflächlich getrennt worden.

Dennoch kann man nicht die heute im Bachern aufgeschlossenen Orthokörper als die alleinigen Quellen der Injektion ansehen. Treffen wir doch inmitten der Koralpe junge Pegmatite, die senkrecht von unten die Schichten durchdringen. Daraus schließe ich, daß der Bacherngranit in der Tiefe weiter nach N reicht, jedenfalls noch einige Kilometer nördlich über das Drautal hinaus.

2. Metamorphose und Krystallisationsgeschichte.

Die Ergebnisse, welche die Einzelbeschreibung der verschiedenen Koralpengesteine liefert, sind zunächst sehr verwirrend und widerspruchsvoll. Liegen doch typomorphe Minerale aller Tiefenstufen nebeneinander, wechselt doch fortwährend vor- und nachkrystalline Durchbewegung, statische und dynamische Tönung der Metamorphose. Neben den krystalloblastischen Strukturen finden sich auch noch plutonische. Erst die sehr eingehende Schliffanalyse, immer wieder bezogen auf den geologischen Feldbefund, gibt uns die Möglichkeit, das widerspruchsvolle Nebeneinander in ein sinnvolles Nacheinander aufzulösen.

Die Ergebnisse aus den Einzelstudien (Koralpe I, II, V bis VIII) seien hier übersichtlich zusammengestellt.

1. Fast alle Gesteine sind polymetamorph.

2. Es finden sich Reste plutonischer, d. h. nicht krystalloblastisch umkrystallisierter Gesteine. Ich habe sie einerseits bei den Pegmatiten nachgewiesen (die mehr mylonitisiert als vergneist sind), anderseits bei den Eklogiten, die gabbroide Kerne besitzen.

3. Das metamorphe Gesamtbild wird von einer alten Regionalmetamorphose beherrscht, der »Koralpenkrystallisation«. Sie kommt bei den Paragesteinen in zwei Ausbildungen vor:

a) in einer Abbildungskrystallisation eines tektonischen Parallelgefüges.

b) in einer richtungslos dreidimensionalen Injektionsmetamorphose bei den Injektionsglimmerschiefern.

Die Marmore sind natürlich ebenfalls richtungslos körnig, doch ist eine Schieferung durch Phlogopitlagen wenigstens schwach ausgedrückt. Die Eklogitamphibolite nehmen eine Mittelstellung ein, indem sie von rein körnigen bis zu schiefrigen Typen vermitteln. Bei Marmoren und Eklogiten ist nicht etwa geringere Beanspruchung,

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

sondern der Mangel an schieferholden Mineralen die Ursache der geringen Schieferung.

4. Es lassen sich (an den Paragesteinen) Spuren von metamorphen Zuständen nachweisen, welche älter sind als die Regionalmetamorphose und auch älter als die Injektion. Als solche Reste sind lediglich Granat mit verlegten Einschlußreihen (si Sanders) und etwas Disthen erhalten; somit kann über diese alte Metamorphose nichts Näheres ausgesagt werden.

5. Die Koralpenkrystallisation ist durch folgende Mineralbestände faziell gekennzeichnet (ohne Akzessoria):

a) Gneise und Glimmerschiefer. Granat Disthen, Oligoklas, beide Glimmer, Quarz. Kein Sillimanit!

b) Eklogitische Gesteine. Omphazit, Karinthin, Granat, Quarz.

c) Marmor. Kalkspat (selten Dolomit), Salit, Tremolit, Kontaktminerale (Vesuvian? Zoisit?). Kein Wollastonit.

d) Pegmatite. Kalifeldspat, Albit-Oligoklas, Muskowit (z. T. »Phengit«) Turmalin. Ausnahmsweise Dravit und Margarodit. Ferner Reste des eingeschmolzenen Nebengesteins (Granat, Hornblende, Zoisit).

Dazu kommen jene Mineralgesellschaften, die außerhalb des Bereiches der Regionalmetamorphose stehen:

e) Gabbroide Reste, die von der R. M. verschont geblieben sind: Diallag, Hypersthen (Olivin?), Hornblende, Labrador. Olivinfels von der Roßhütte.

f) Neubildungen aus jüngeren, rückschreitenden Metamorphosen, d. Zoisit, Staurolith, Chloritoid, Epidot, Chlorit, Serizit.

6. Es ist nicht leicht, diesen Gesteinen die ihnen gebührende Stelle in der Tiefenstufenskala anzuweisen (vgl. Angel in *1* und Becke *14*, deren Ausführungen ich hier z. T. folge). Besonders die Gneise und Glimmerschiefer sind ziemlich indifferent; sie haben keine Minerale, die für einen engeren Bereich typomorph sind. Immerhin ist es bezeichnend für sie und ein grundsätzlicher Unterschied von den Tauerngesteinen, daß, wie Becke hervorgehoben hat, Minerale mit einem merklichen Gehalt an Hydroxylgruppen als gleichberechtigte Gemengteile keine Rolle spielen, daß vielmehr solche Minerale nur als krankhafte Neubildungen auftreten. Bemerkenswert ist auch das hohe spezifische Gewicht (siehe Koralpe VIII). Die Marmore zeigen vollständige Übereinstimmung mit denen des Waldviertels. Es sind genau dieselben grobkörnigen Phlogopitmarmore etwa wie in der Lojaschlucht. Eskola hatte *(110)*, allerdings mehr für Kontaktmetamorphose, vier Stufen aufgestellt: 1. Quarzkalkstein, 2. Tremolitkalkstein, 3. Diopsidkalkstein, 4. Wollastonitkalkstein. Von diesen Stufen sind im Waldviertel wie in der Koralpe 1 bis 3 entwickelt. Es ist wohl das Mg, aber nicht das Ca allein in die Silikatform übergegangen (Entdolomitisierung siehe Koralpe II). F. Becke hat *(161)* diese Mineralgesellschaft als mittlere Unterabteilung der »Amphibolitfazies« vorgeschlagen. Derselben rechnet er aber auch die begleitenden Sillimanitgneise zu, während in der Koralpe die Marmorbegleiter bis jetzt dieses Mineral nicht mit Sicherheit erkennen ließen.

Zweifellos machen unter allen Koralpengesteinen die eklogitischen den »tiefsten« Eindruck. Trotzdem darf man meiner Meinung

© Verlag Austria-Forum/Austria-Forum (AEIOU) | Geologische Bundesanstalt/Geologische Bundesmuseezentrum.at

nach nicht ohne weiters von »Eklogitfazies« sprechen, weniger weil typische reine Eklogite zu den Seltenheiten gehören (das tun sie nämlich überall), sondern weil eben die Begleitgesteine keinen Cordierit und Sillimanit führen. Es muß nochmals darauf hingewiesen werden, daß ein Teil der Hornblenden in den Eklogitamphiboliten durchaus primär ist; nichts spricht dafür, daß dem jetzigen Zustand ein »rein eklogitischer«, d. i. nur Granat und Omphazit, vorausgegangen wäre.

Becke meint *(14)*, der größte Teil der krystallinen Schiefer Steiermarks entspreche der mittleren Tiefenzone Grubenmanns. Analogien zu diesen Gesteinen wären eher im Moravikum als im Moldanubikum zu suchen.

Diese Ansicht wurde hauptsächlich auf Grund der Besichtigung der Stubalpengesteine gebildet. Für die Koralpe möchte ich jedenfalls eine tiefere Einstellung in die Tiefenstufenreihe vorschlagen. Die Ähnlichkeit mit gewissen moldanubischen Gesteinen ist unverkennbar (und viel größer als die mit den moravischen), wenn auch nicht ganz so tiefe Metamorphose erreicht wurde. So möchte ich also die alte Regionalmetamorphose in den Grenzbereich der Kata- und Mesozone, eventuell in die oberen Teile der Katazone versetzen.

Jedenfalls ergibt sich in Übereinstimmung mit Angel, Becke und Heritsch die Auffassung, daß diese Gesteine »von den Waldviertelgesteinen zwar noch ein Stück nach obenhin abstehen, immerhin aber der Abstand von Gesteinen wie Zentralgneis und Hülle in den Tauern noch bedeutend größer ist« (Becke, zitiert bei Angel *1*, p. 116).

7. Die Rolle der Injektion bestand bei allen Gesteinen in der gewaltigen Zufuhr von Alkalien, Kieselsäure usw., einer intensiven Durchgasung und Durchwärmung. Bei den Injektionsglimmerschiefern jedoch hat die Injektion auch den Gefügeaufbau beherrscht, so daß man bei diesen wirklich von einer Injektionsmetamorphose sprechen kann.

Geologisch sehr bedeutsam ist die Volumvermehrung der Gesteine durch die Injektion, gelegentlich bis aufs Doppelte (Plattengneise).

Eine Verschiedenheit im Chemismus der Injektionslagen konnte nicht nachgewiesen werden (abgesehen von den sekundären Änderungen durch Aufschmelzen von Nebengestein). Die Übergänge von echten Pegmatiten über Quarz-Feldspatgänge zu reinen Quarzgängen entsprechen dem Übergang von der liquidmagmatischen zur pneumatolytischen Phase und haben gleichzeitig im engsten Raume nebeneinander stattgefunden (Musterbeispiel die Gradischgänge, Koralpe VI).

Jedenfalls hat die gangförmige Intrusion die Regionalmetamorphose überdauert, was durch die Quergriffe (nicht metamorph) bewiesen wird. In der Koralpe sind aber sicherlich die Gangbildungen früher zum Erlöschen gekommen als im Bachern, wo sie — allerdings mit geändertem Chemismus — vielleicht bis ins späte Miocän angedauert haben (vgl. *157*).

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

8. Graduelle Verbreitung der Regionalmetamorphose. Denken wir uns die jüngeren Störungen der Metamorphose (Tiefen-Diaphthorese und echte Ds.) entfernt, und betrachten wir dieses rekonstruierte Bild, so ergibt sich im großen und ganzen innerhalb des eigentlichen Koralpengebietes vollkommene Einheitlichkeit in den wagrechten Dimensionen. Nur in der senkrechten Richtung ist von unten gegen oben ein leichtes Abklingen zu bemerken, wohl auch durch das Zurücktreten von Injektionsstoffen (Granatglimmerschiefer des Jankec-Kogels).

Dennoch fehlt jenes Gebiet, in dem die alte Tiefenmetamorphose einst bis in die erste Stufe abgeklungen sein muß. Wir müssen annehmen, daß vor der Ablagerung des sicheren Paläozoikums in der Weststeiermark und des vermutlichen Paläozoikums (Phyllite) in der Drautalsynklinale große Gesteinsmengen abgetragen worden sind. Daraus erklärt sich der Hiatus in der Metamorphose.

Betrachten wir den Metamorphismus im größeren Raume, so ergibt sich in wagrechter Richtung ein Abklingen von S gegen N.

F. Angel hat in den »Gesteinen von Steiermark« (p. 96 ff.) die Reihenfolge der Intrusivkörper und ihrer Hüllschiefer gebracht, die ich hier mit einigen Ergänzungen wiederhole. Es folgen von S gegen N:

1. Bachern und Koralpe. Granodioritgneise (und jüngere dioritisch-tonalitische Intrusiva) mit hochmetamorphen, stark injizierten Hüllschiefern, Eklogitamphiboliten usw. Etwa Grenze III./II. Tiefensstufe.

2. Gleinalpenintrusion: Stubalpe, Gleinalpe, Brucker Hochalpe, Radegunder Gneisinsel, ferner das Gebiet zwischen Mürz, Mur und Aflenzer Becken (Flonig-Troiseck-Zug). II. Tiefenstufe.

3. Intrusionen im Bösenstein, Seckauer Masse, Mittagskogel bei Bruck, Mürztal und bei Birkfeld, Rabenwald, Kulm, Prebergebiet. II. Tiefenstufe.

4. Intrusion der Schladminger Masse und des Hochwechsels. I. Tiefenstufe. Hieher gehört auch der Ammering-Granodiorit, der etwas aus der Reihe herausfällt.

Dieser Reihung entsprechen natürlich auch die Hüllgesteine. Besonders schön die Anordnung der basischen Gesteine, im Übergang der südlichen Eklogite (Bachern-Koralpe) zu den nördlichen Amphiboliten (Stub- und Gleinalpe).

In diesen Zusammenhang spricht Angel auch von den »Krystallinen Höfen« der einzelnen Orthokörper und ihrem gegenseitigen Übergreifen. Er meint, daß ein Hof geringerer Krystallinität (Tiefe, Wärme) beim Übergreifen über einen solchen höherer Metamorphose in diesem eine rückschreitende Metamorphose bis Diaphthorese erzeugen könne. Dieser Meinung kann ich mich nicht anschließen. Wenn eine Gesteinsmasse von einer neuerlichen Wärmemenge durchflutet wird, die kälter ist als die zur Bildung der ersteren erforderliche Temperatur, so geschieht eben gar nichts, ebensowenig wie durch bloße Hebung bzw. erosive Entblößung allein ein Gestein eine Änderung erleidet. Dazu sind die Minerale viel zu stabil. Erst wenn durch tektonische Druckkräfte eine »Mobilisation« (Sander) eintritt, können sich die Minerale mit den neuen Bedingungen »ins Einvernehmen setzen«. Rückschreitende Metamorphose, im äußersten Fall Diaphthorese, ist immer das Erzeugnis einer tektonischen Durchbewegung und ist ein untrügliches Kennzeichen einer solchen.

Das heißt also, die Erscheinungen rückschreitender Metamorphose in Stubalpe und Gleinalpe stehen nicht mit dem Aufdringen der jüngeren Intrusivmassen in ursächlichem Zusammenhang, sondern mit (vielleicht gleichzeitigen) Durchbewegungen. Neuerdings scheint auch Heritsch denselben Standpunkt zu vertreten.

Dieser ursprünglich von S gegen N abklingenden Metamorphose wirkt nun das Widerspiel der jüngeren, rückschreitenden Umwandlungen entgegen, die im allgemeinen von S gegen N ab-

© Verlag Austria-Forum / Austria-Forum (AEIOU) / Geologische Bundesanstalt / Naturhistorisches Museum / Zentralbibliothek Physik / Zentrum

nehmen, entsprechend den südalpinen Stößen, die ja von S gekommen sind und im Krystallin zur Diaphthorese verbraucht und dadurch abgebremst worden sind. Durch gewisse Störungen, vor allem die Überschiebung der Koralpe auf die Stubalpe, wird jedoch die Reihe gestört. Man könnte von »tektonischen Rekurrenzen« sprechen. Dazu kommen lokaltektonische Ereignisse mit den ihnen entsprechenden Diaphthoresen. Ich versuche, den nicht ganz einfachen Sachverhalt in dem folgenden Schema (Fig. 1) bildlich darzustellen. Die wagrechten Linien sollen die alte Regionalmetamorphose ausdrücken, ihre Dichte deren Grad andeuten. Die senkrechten Linien bedeuten die rückschreitende Metamorphose (je länger herunterreichend, desto stärker). Aus diesem Schema wird es begreiflich, warum wir gerade in der nördlichen Koralpe die tiefstmetamorphen Gesteine erhalten haben. Natürlich erhebt diese Darstellung nicht den geringsten Anspruch auf Maßstabtreue.

9. Das Bachernkrystallin bildet mit der Koralpe eine genetische Einheit. Leider ist es noch sehr ungenügend bekannt.

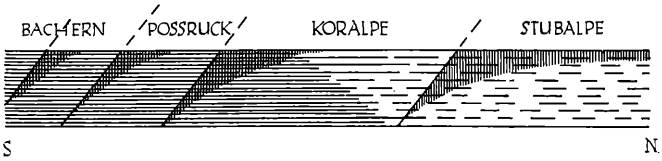


Fig. 1.

Von neueren petrographischen Arbeiten (abgesehen von den Arbeiten über die jungen Ergußgesteine) liegt eigentlich nur die — leider unvollendet gebliebene — Studie von Benesch *(16)* vor, welche den Südrand dieses Gebirges behandelt, ferner unveröffentlichte Beobachtungen von mir, die aber bis jetzt nur im NW gemacht werden konnten. Das Auffallendste waren die Angaben der älteren Geologen (Rolle, Teller, Doelter, Dreger), daß in dem südlichen Teile, im Raume von Windisch-Feistritz, eine Vergesellschaftung von Granulit, Eklogit und Serpentin vorliege. also »Granulitfazies« im Sinne von Becke (T. M. P. M. 4, p. 223). Es ist das Verdienst von Benesch, nachgewiesen zu haben, daß der angebliche Granulitgneis sicher nicht mit den echten Granuliten des variszischen Grundgebirges zu vergleichen sei (*16,* p. 180), daß es sich vielmehr um eine ungewöhnlich mächtige Anschoppung von Pegmatitgneisen handle. Nichtsdestoweniger bleibt eine Gesellschaft von sehr »tiefen« Gesteinen, offenbar denselben wie in der Koralpe.

Es findet sich auch im Bachern eine merkwürdig widerspruchsvolle Anordnung der Tiefenfazien. Am Südrand liegen von S gegen N zu oberst die metamorphen Gesteine mit den Eklogiten usw., darunter eine Serie weniger hochmetamorpher Gesteine, z. T. Diaphthorite, darunter dann der nur randlich verschieferte »Granit«. Es liegen auch hier tektonische Rekurrenzen vor.

Auf die Frage des sogenannten Bacherngranits will ich hier nicht näher eingehen und nur so viel bemerken, daß dies ein Sammelname für recht verschiedene Gesteine ist, echte Orthogneise, echte Tiefengesteine mit nur randlicher Verschieferung und endlich alle Übergänge bis zu frischen Ergußgesteinen, in Verbindung mit einem reichlichen und mannigfachen Ganggefolge. Abgesehen von diesen Spaltungsgesteinen ergibt sich ein granodioritischer bis tonalitischer Chemismus, der durchaus in den Rahmen der »periadriatischen« Intrusiva paßt (Salomon). Sicherlich sind diese Gesteine ganz verschieden alt. In großen Teilen des Bachergebirges herrscht eine jüngere, rückschreitende Metamorphose, die ich z. B. an Gesteinen des Mißlinggrabens und bei Reifnigg beobachten konnte.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

10. Die jüngeren Metamorphosen sind verschieden alt, was sich jedoch petrographisch nur ausnahmsweise belegen läßt. Es gibt Spuren rückschreitender Metamorphose schon vor der Injektion (die Umwandlungsprodukte der Omphazite werden selbst schon von Injektionsstoffen angefressen, siehe Koralpe VII). Besonders bei den Paragesteinen (Koralpe VIII) wurden Umwandlungen beobachtet, welche die Gesteine aus dem Grenzbereich von III./II. Stufe in obere Lagen der Mesozone versetzt haben. Auch die Amphibolitisierung der Eklogitamphibolite gehört hieher. Ich habe wiederholt auseinandergesetzt (z. B. *155*), daß man ein solches schwaches Zurückgehen in der Metamorphose noch nicht als Diaphthorese bezeichnen kann. Ein schönkörniger Granatamphibolit z. B. ist kein Diaphthorit. Wenn man will, kann man dieses Zwischenstadium nach einem von F. E. Suess geprägten Ausdruck als »Tiefendiaphthorese« bezeichnen.

Diese schwach zurückschreitende Metamorphose kann sehr verschiedene Wege gehen, je nach dem Stil der tektonischen Beanspruchung. Die Eklogitamphibolite werden stellenweise zu Granatamphibolit umgebaut, an anderen Stellen findet reichliche Neubildung von Zoisit statt. Die Glimmerschiefer unterliegen meist einer im wesentlichen mechanischen Umbildung. An vielen Stellen aber entwickelt sich eine Serizitisierung und Chloritisierung, die bis zu sehr eigenartigen Diaphthoriten führen kann. Alle diese Dinge wurden im einzelnen in Koralpe VII und VIII an typischen Beispielen besprochen.

11. Von dieser »Tiefendiaphthorese« unterscheide ich die eigentliche Diaphthorese, welche den Gesteinen das Kleid der obersten Tiefenstufe verleiht. Diese echten Diaphthorite wurden hauptsächlich in Koralpe I, daneben auch in VI, VII und VIII behandelt. Es entstehen überraschende Konvergenzen mit echten Phylliten, Grünschiefern usw. In vielen Fällen ist, in Anbetracht der starken tektonischen Mischung, eine sichere Scheidung von Phylliten und Phylloniten nicht mehr möglich. Diese Diaphthorite sind örtlich beschränkt und an gewisse tektonische Zonen gebunden.

12. An einzelnen, allerjüngsten Bewegungsflächen entstanden Mylonite, d. s. also Gesteine, bei denen im Gegensatz zu den Diaphthoriten der kontinuierliche chemische Umbau zurücktritt gegenüber einer grobmechanischen Zerstörung. Beispiele in Koralpe VII und VIII. Natürlich hat dies nichts zu tun mit den kataklastischem Umformungen, die ich bei den Pegmatitgneisen beschrieben habe (Koralpe VI).

B. Die Gliederung der Koralpengesteine uud ihre Parallelisierung mit den Nachbargebieten.

Die Gliederung krystalliner Gebiete kann nach »stratigraphischen«, faziellen oder tektonischen Gesichtspunkten erfolgen.

© Verlag Austria

Der Ausdruck stratigraphisch bedarf einer gewissen Erläuterung zur Vermeidung von Mißverständnissen:

Natürlich ist es nicht möglich, eine wirkliche Stratigraphie, vergleichbar der in den fossilführenden Formationen, zu entwickeln. Der Ausdruck kann hier lediglich in dem Sinne einer Aufeinanderfolge der Schichten verwendet werden, und es ist nun die Frage, ob sich wirklich eine derartige Schichtenfolge in einem Gebiete aufstellen und in einem anderen wiedererkennen läßt, d. h. ob es möglich ist, gewisse Schichtengruppen über größere Entfernungen hin zu parallelisieren.

Das ist nun — bei der unerhörten Komplikation des Alpenbaues eigentlich wider alle Erwartung — tatsächlich möglich. Wir verdanken den ersten großzügigen Entwurf einer Schichtenfolge im ostalpinen Krystallin den Studien R. Schwinners, der ihn schon in seiner Arbeit über die Niederen Tauern *(163)* angelegt und in einer neuesten Arbeit über das Gebiet östlich von der Lieser *(164)* weiter entwickelt hat. Selbstverständlich ist diese Gliederung auch auf den Arbeiten anderer ostalpiner Geologen aufgebaut, die hier nicht einzeln angeführt werden können.

Ich möchte mich keineswegs mit allen Ausführungen Schwinner's solidarisch erklären, nicht mit gewissen Parallelisierungen über das oberostalpine Altkrystallin hinaus und schon gar nicht mit der Einreihung der einzelnen Glieder in ein stratigraphisches System (des amerikanischen und nordischen Präkambriums).

Die Schichtengliederung des oberostalpinen Krystallins dagegen halte ich für ein überaus wichtiges Ergebnis, dem ich mich — unbeschadet mancher Meinungsverschiedenheiten im einzelnen — durchaus anschließen möchte, umsomehr als meine Studien unabhängig von denen Schwinner's (die ja damals noch nicht publiziert waren) zu ganz ähnlichen Ergebnissen geführt haben, wenigstens für den engeren Rahmen des steirisch-kärntnerischen Krystallins, während mir für weiter abliegende Gebiete die eigene Anschauung noch fehlt.

Es ist am einfachsten, wenn ich die einleitenden Worte Schwinner's (*164*, p. 359 ff.) hier wiederhole:

»Das Krystallin der Ostalpen besteht zur größeren Hälfte aus Gesteinen, bei denen die Herkunft aus Sedimenten ungemein wahrscheinlich ist, und auch von den Gesteinen vermutlich magmatischer Abkunft sind viele (die Amphibolite z. B..) fast ebenso niveaubeständig wie echte Sedimente. Endziel der Forschung ist daher aufzuklären, wie jene Gesteine nacheinander — konkordant oder diskordant — abgesetzt oder sonst gebildet worden sind, bevor sie bei den folgenden Gebirgsbewegungen disloziert und umgewandelt und so in heutigen Zustand und Lage versetzt wurden... Der erste Schritt zur Lösung unserer Aufgabe ist, eine bestimmte Schicht im Gebirgsbau immer wieder zu erkennen. .. Nötig sind Merkmale, welche nicht so leicht verwischt werden können, und von diesen ist der Stoffbestand des Gesteines der vorzüglichste... Es ist für unsere Aufgabe auch gar nicht nötig, jedes einzelne Gestein identifizieren zu können, wichtig ist nur die Gesteinsserie, die regelmäßige Vergesellschaftung mehrerer Typen.. .. Was unmittelbar aus den Beobachtungen mit großer Sicherheit abgeleitet werden kann, ist also, daß die Gesteine *a*, *b*, *c* regelmäßig miteinander vorkommen, daß an diesen Gesteinskomplex I sich regelmäßig Serie II anschließt, usw. Über Art und Entstehung des Verbandes in der Serie und die Beziehungen der Serien untereinander ist damit noch nichts ausgesagt.«

Wir können also sehr wohl eine Schichtenfolge aufstellen, doch haben wir bis auf weiteres keine Anhaltspunkte, ob und wieweit dieselbe auch mit einer Altersfolge zusammenfällt. Es könnte sich ja z. B. auch um großartige Deckeneinheiten handeln. Immerhin halte ich das für nicht sehr wahrscheinlich. Schwinner selbst hat den vorhin auszugsweise wiedergegebenen skeptischen Standpunkt nicht beibehalten und hat gleich darauf eine Serien- im Sinne einer Altersfolge entwickelt. Wenn diese Annahme — ohne bis jetzt bewiesen oder widerlegt werden zu können — auch manches für sich hat, so entfernt sich doch eine Rekonstruktion wie die der Brettsteinserie als Sediment, gebildet in den Rinnen zwischen den alten Massiven (*163*) für meinen Geschmack etwas zu weit von den wirklichen Beobachtungsgrundlagen (abgesehen davon, daß sie in diesem Spezialfalle unrichtig ist, weil die Orthokörper erst die Injektion in die — schon krystallin vorliegende — Brettsteingruppe erzeugt

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

haben, d. h. nur ihre Hüllschiefer [= meine Koralpengruppe] sind älter als die Brettsteingruppe, die Intrusiva selbst aber viel jünger).

Wir müssen unbedingt daran festhalten, daß die Aufstellung der Schichtfolge nur auf Grund des stofflichen Bestandes erfolgt, ohne Rücksicht auf die metamorphe Fazies. Wenn diese Schichtfolge trotzdem weitgehend mit der rein petrographischen Gliederung der alten Geologen in Gneis-, Glimmerschiefer- und Phyllitgruppe übereinstimmt, so ist das darauf zurückzuführen, daß die einzelnen Schichtgruppen tatsächlich faziell sehr wenig schwanken, abgesehen von jüngeren Diaphthoresen.

Noch einige Worte zur Nomenklatur:

Von verschiedenen Autoren wurden Serien, Zonen usw. unterschieden nach ganz verschiedenen Gesichtspunkten (Schichtfolge, Fazies. Tektonik). Auch Gliederungen für ein Einzelgebiet sind nicht immer streng nach einem Gesichtspunkt angelegt, wie z. B. die Seriengliederung der Stubalpe von Angel und Heritsch (vgl. Koralpe VIII).

Um den Unklarheiten und Mißverständnissen, die sich notwendigerweise daraus ergeben, ein Ende zu machen, habe ich eine einheitliche Benennung vorgeschlagen: Einheiten der Schichtfolge sollen als Gruppen, solche der metamorphen Fazies als Zonen, solche der Tektonik als Serien bezeichnet werden.

Z. B.: Innerhalb der Brettsteingruppe der Koralpe findet sich die Wolfsberger Zone (gleiche Gesteine, aber andere Metamorphose). Auf der Hauptmasse der Koralpe liegt die Gipfelserie (Gesteine der Brettsteingruppe als tektonische Einheit). In der Stubalpe ist die Brettsteingruppe in anderer, niedrigerer Fazies entwickelt als in der Koralpe. Natürlich wird für manche Einheiten »Serie« und »Zone« zusammenfallen.

Nun zum Bestimmungswort: In der Koralpe selbst würde die von mir bisher verwendete Bezeichnung »Gneisgruppe« und »Glimmerschiefergruppe« vollkommen ausreichen, auch für viele andere Gebiete. Diese Bezeichnung könnte aber das Mißverständnis hervorrufen, als ob die Gruppeneinteilung nach der petrographischen Ausbildung gemacht sei. So bleiben — wenn man sich nicht mit der Numerierung Schwinner's begnügen will — nur Lokalnamen, wie sie ja auch sonst üblich sind. Die II. Gruppe wird wohl am besten nach den altbekannten Brettsteinzügen benannt, für die I. möchte ich, weil sie durch die Plattengneise der Koralpe ganz besonders gut charakterisiert ist, den Namen »Koralpengruppe« vorschlagen.

Es wäre verlockend, noch eine Kerngruppe auszuscheiden, saure Intrusiva mit ihren Hüllschiefern. Dadurch würde aber der Grundsatz der reinen Schichtfolge durchbrochen, weil es ja ganz unwahrscheinlich ist, daß die sauren Orthokörper überall bis in dasselbe Niveau aufgedrungen sein sollen. Daher stelle ich, in Übereinstimmung mit Schwinner, diese Orthokerne in die I. (Koralpen-)Gruppe, wenn sie auch z. B. in der Koralpe selbst fehlen.

Tabelle I stellt die Gliederung des Koralpenkrystallins und seine Parallelisierung mit den Nachbargebieten dar. Das Bachergebirge wurde, mit Ausnahme seiner nördlichen Vorlage (der »Drautalsynklinale«), weggelassen, ebenso die Saualpe, weil beide Gebirge noch zu wenig bekannt sind. Ebenso wurde vom Posruck nur der nördliche Teil in Betracht gezogen. Ob im Inneren der antiklinalen Aufwölbung, die durch das Drautal zwischen Wuchern und Maria Rast aufgeschlossen ist, auch Gesteine der Koralpengruppe auftreten, konnte ich noch nicht feststellen.

Es sollen nun die einzelnen Gruppen charakterisiert werden.

I. Koralpengruppe.

Mächtige Massen von Paragesteinen, absolut kalkfrei. Daher bleiben auch die Feldspate des Injektionsmaterials in ihrem Chemismus erhalten, während sie in der Brettsteingruppe durch Kalkaufnahme

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle I.

Gruppe	Posruck	Koralpengebiet			Stub- und Gleinalpe		Niedere Tauern
		Südrand	Ostrand				
V. Mesozoikum	Gosau, Hauptdolomit, Plattenkalk, Carditaschichten, Werfener?	Gosau v. Jesenkoberg usw., Dazite und Ganggefolge Kalke und Dolomite der Trias, Werfener, zum Teil phyllitisch			Gosau der Kainach und von Frohnleiten-Mixnitz		
IV. Paläozoikum	Perm: Quarzite, Grödener Sandstein, zum Teil metamorph mit Übergängen in Serizitphyllite Phyllite unbestimmten Alters	Rote Sandsteine und Konglomerate (Permotrias), echter Grödener Sandstein, Quarzite Phyllite und Diabase der Drautalsynklinale und der Bleiburger Berge Geröllmarmor von St. Lorenzen (Devon?)	Sausal: Serizitphyllite (Porphyroide), Phyllite und Diabase, in den unteren Teilen halbkrystalline Kalke Insel von Tobelbad	Paläozoikum von Köflach: Unterdevonische Kalke u. Dolomite mit *Favosites styriacus* Pen., Phyllite mit grünen Schiefern und Kalken (Semriacher, bzw. Taschenschiefer), Schöckelkalk (Silur? Devon?)			Paläozoikum des Liesing-Palten-Tales und der Murauer Mulde
III. Quarzphyllitgruppe	fehlt	fehlt			fehlt		Quarzphyllit
II. Brettsteingruppe	Diaphthorite. Granatglimmerschiefer mit Marmor und Eklogitamphiboliten, am Nordrand stark diaphthoritisiert und mylonitisiert, aber auch Diaphthoritzone am Südrand gegen die Reifnigger Synklinale	Diaphthorite (große Diaphthoritzone am Südhang, Gradener Zone an der Grenze gegen die Stubalpe und das Köflacher Paläozoikum; schmale Streifen längs des Lavanttaler Bruches und am Ostrand). Granatglimmerschiefer, sehr stark injiziert (am Ostrande auch violette Schiefergneise = Schwanberger Gneis); Einlagen von Marmor (unten) und Eklogitamphibolit (oben); alte Tiefenmetamorphose (Grenze Kata-Mesozone); Wolfsberger Zone in Mesostufe entwickelt			Diaphthorite (Gradener Zone) Almhausserie Rappoldserie Speikserie	Obdacher Serie: Diaphthorite, Brettsteinzüge	Brettsteinzüge
I. Koralpengruppe		Stark injizierte Plattengneise und Pegmatitgneise (kein Marmor, kein Eklogit) Tiefenmetamorphose (Grenze III./II. Stufe)			Ammeringserie (Orthogneis mit Schiefergneisen) Tiefenmetamorphose mit Tiefendiaphthorese überbaut		Hüllschiefer (Schiefergneise) Seckauer und Schladminger Massiv

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

basischer werden. Außerordentlich starke Injektion, infolge der Nähe der sauren Intrusivkörper, und zwar in Form von großen Pegmatitgneiskörpern bis herab zu feinsten Injektionslagen. Aus allen Gebieten übereinstimmend festgestellt, daß die Injektion in ein schon krystallines Paragestein erfolgte, dessen Relikte sich noch nachweisen lassen.

Die Intrusivkörper sind in den einzelnen Gebieten verschieden hoch emporgedrungen. In der Koralpe selbst nicht aufgeschlossen (siehe oben über den Koralpenkern), in der Stubalpe sind sie sogar bis in die Brettsteingruppe hinaufgestiegen.

Die einzelnen Orthokörper sind verschieden alt, was besonders im Bachern zu beobachten ist.

Meine »Koralpengruppe« umfaßt also nur einen Teil dessen, was Angel und Heritsch als »Teigitschserie« zusammengefaßt haben. Im Kapitel über die alten Bauformen und in der Profiltafel wird gezeigt, daß die Eklogite und Marmore samt den sie einhüllenden Glimmerschiefern nur als tektonische Einlagerungen in den Plattengneisen liegen. Niemals liegen sie unmittelbar im Plattengneis. Die Koralpengruppe enthält also keinen Marmor und keinen Eklogit.

Es fehlt mir die genauere Kenntnis der nördlichen Nachbargebiete, um diese an der Koralpe gewonnene Gliederung mit Sicherheit auch auf diese zu übertragen. Ich halte eine solche Verallgemeinerung aber für durchaus wahrscheinlich. Schwinner sagt in der Beschreibung seiner »Serie I« (*164*, p. 362), »daß in der normalen Schichtfolge die Amphibolite ziemlich hoch liegen dürften«. Ich ziehe sie eben schon zur »Serie II«, d. i. der Brettsteingruppe.

Die Paragesteine der Koralpengruppe sind fast immer als Schiefergneise entwickelt und gehören meist einer sehr tiefen Metamorphose (in der Koralpe Grenze III/II. Stufe) an.

II. Die Brettsteingruppe.

Diese Gruppe ist identisch mit der »Serie II« Schwinners, abgesehen davon, daß ich auch alle andern Amphibolite, die er zu seiner Serie I gestellt hatte, hier unterbringe.

Die klassische Entwicklung sind die altbekannten »Brettsteinzüge« in den Niederen Tauern. (Sie sind zuerst durch Geyer [Verh. d. Geolog. R.-A., 1890], später besonders durch Schwinner *[163]* untersucht worden. Vgl. auch die Darstellung bei Heritsch *[41]*.) Es ist eine überaus bezeichnende Gesteinsgesellschaft. Die Hauptmasse bilden Granatglimmerschiefer, in den einzelnen Gebieten natürlich in recht verschiedener Ausbildung, bald mit Disthen, bald mit Staurolith. Vielfach überwiegt der Muskowit (»Hellglimmerschiefer«); in den Injektionsglimmerschiefern der Koralpe ist aber auch viel Biotit enthalten. Durch Zurücktreten der Glimmer entstehen oft Übergänge zu Quarziten. Sehr verbreitet ist auch kohliges Pigment (nach Schwinner bei Afritz wirkliche Graphitlager). Bezeichnend ist nun die Einlagerung von Marmoren, meist in langhinstreichenden Zügen. Je nach der lokalen Metamorphose grobkörnige Phlogopitmarmore (Koralpe) bis feinzuckerkörnige Marmore (Stubalpe). Fast immer Kalk, nur ausnahmsweise Dolomit (Etzendorf bei Wies, Fraßtal). Das zweite auffallende Glied sind orthogene Hornblendegesteine, in der Koralpe Eklogitamphibolite, in der Stubalpe gewöhnliche Amphibolite.

Diese Gesteine haben eine auffallende Niveaubeständigkeit. Große plattenförmige Körper, relativ dünn, in langen Zügen zu verfolgen. Man möchte an ehemalige Diabas-

© Verlag Austria - Forum - Wissenschaft und Kultur, Österreichisches Kulturzentrum.at

decken denken. In der Koralpe fand ich aber gabbroide Reste, richtige Tiefengesteine, allerdings sehr selten. Vielleicht sind sie die »Stiele«, die hypabyssischen Fazies zu den Oberflächenergüssen.

Eine Regelmäßigkeit konnte in der Koralpe wie in den Niederen Tauern beobachtet werden, daß nämlich die Marmore in unteren, die Hornblendegesteine in oberen Teilen des Glimmerschiefers auftreten.

Einige Worte zur Parallelisierung:

Aus meiner Auflösung des Faltenbaues der Koralpe ergibt sich einwandfrei, daß die Glimmerschiefer mit den Marmoren und Eklogiten der mittleren Koralpe mit den Zügen am Westhang gegen das Lavanttal identisch sind. Nun ist es seit langem bekannt, daß sich diese Lavanttaler Züge nach N bis in die Niederen Tauern, in die Brettsteinzüge fortsetzen. Diese sind, abgesehen von kleinen Unterschieden in der metamorphen Fazies, genau dasselbe. Auch die Lage ist die gleiche: mehrfache tektonische Wiederholung (womit ich natürlich nicht behaupten will, daß ursprünglich nur je ein Marmor und Eklogitband vorgelegen sei), Faltenbau mit Überkippung der Falten gegen S und SW. Die Analogie geht im einzelnen noch viel weiter. So ist z. B., wie Schwinner hervorgehoben hat, die Erzführung, die ja gewissermaßen in den krystallinen Schiefern die Rolle von Leitfossilien übernimmt, in Erz, Gangart und geologischer Form die gleiche.

Die Glimmerschiefergruppe der Koralpe und die Brettsteinzüge gehören also derselben Einheit an. Nun ist aber auch bekannt, daß wieder die Brettsteinzüge ihrerseits und die »Almhausserie« der Stubalpe das gleiche sind.

Diese Gleichstellung mag Bedenken erwecken, vor allem petrographischer Art. Der Grad der Metamorphose ist ja in Koralpe und Stubalpe derart verschieden, daß Heritsch und Angel die erstere als »Teigitschserie« abgetrennt haben.

Abgesehen davon, daß die Almhausserie im Raume westlich von Köflach in einer Weise in die Teigitschserie übergeht, die man kaum mehr durch bloße tektonische Verschuppung erklären kann, finde ich einen viel besseren Übergang an einer anderen Stelle, in der Wolfsberger Zone. Bei der Kartenaufnahme wirkte bei den ersten Begehungen das Durcheinander von Koralpen- und Stubalpengesteinen äußerst verwirrend. Am Südhang des Schoberkogels (westlich von Wolfsberg) z. B. finden sich großflatschige Granatglimmerschiefer, die mit denen des Salzstiegels auf der Stubalpe petrographisch identisch sind. Daneben jene schwarzen Amphibolite mit Feldspatlagen, feingefältelt, die sich ebenfalls von den Stubalpenamphiboliten nicht unterscheiden lassen. Ich glaubte zuerst, eine weitgehende tektonische Verschuppung, ein Fenster von Stubalpengesteinen unter denen der Koralpe annehmen zu müssen. Die genauere Aufnahme hat aber bewiesen, daß diese vermeintlichen Stubalpengesteine nichts anderes sind als eine tektonische Fazies der entsprechenden Koralpengesteine. Die Identität der Gesteine des mittleren Lavanttales mit denen der Almhauszone hatte übrigens schon H. Beck vermutet (Aufnahmebericht in den Verh. der Geolog. B.-A. 1926), ist aber später wieder davon abgekommen (mündliche Mitteilung).

Aber auch sonst finden sich noch Übereinstimmungen mit anderen Gesteinen des Stub- und Gleinalpengebietes. So sind die Granat-Staurolith-Disthenglimmerschiefer des Tiefsattels auf der Gleinalpe dasselbe wie meine Granatglimmerschiefer Typus Jankec-Kogel.

Daraus folgt, daß der Begriff der »Teigitschserie« fallen zu lassen ist, wenigstens in dem weiten Umfange, den ihm Angel und Heritsch gegeben haben. Er könnte nur für die Koralpengruppe allein aufrecht erhalten bleiben oder im Sinne einer tektonischen Einheit, welche eben den Hauptblock der Koralpe umfaßt.

Die Brettsteingruppe liegt also in den einzelnen Teilen des steirisch-kärntnerischen Krystallins in verschiedenen metamorphen Fazien vor. In der Koralpe in einer tiefen Metamorphose (Grenze III/II), in der Stubalpe und weiter im N in der II. Stufe. Die Stubalpengesteine sind z. T. sicher aus koralpinen Gesteinen durch rückschreitende

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Metamorphose hervorgegangen. Trotzdem spricht vieles dafür, daß schon ein ursprüngliches Abklingen der Metamorphose von S gegen N vorhanden gewesen ist, wovon schon die Rede war.

III. Die Quarzphyllitgruppe.

Der Ausdruck »Phyllit« umfaßt Gesteine sehr verschiedener Metamorphose, den ganzen Bereich zwischen Tonschiefern auf der einen und Glimmerschiefern auf der andern Seite. Viele Fehler wurden bei Parallelisierungen dadurch gemacht, daß man verschiedene Gesteine, die zwar beide noch unter den Begriff Phyllit fallen, aber sehr verschieden sind, gleichstellte. Ich erinnere nur an den Ausdruck »Gailtaler Schiefer«, der nicht genauer war als der Begriff »Alpenkalk«. Trotzdem glaube ich, daß es nicht notwendig ist, eine eigene Zwischenstufe einzuschalten.

Die Gesteine aus dem Ennstal, welche Stache und Vacek als Quarzphyllit, Stur als Tonglimmerschiefer beschrieben haben, die Quarzphyllite des Lesachtales usw., sind ganz etwas anderes, viel höher metamorph als die Phyllite der Drautalsynklinale, der Bleiburger Berge und des Posrucks. Diese sind vielmehr identisch mit den Sausalschiefern, z. T. entsprechen sie zweifellos den »Semriacher Schiefern«, von Schwinner neuerdings *(166)* »Taschenschiefer« genannt, des Grazer Paläozoikums, doch scheinen sie einen größeren stratigraphischen Bereich zu umfassen. An vielen Stellen, besonders in den nordwestlichen Vorbergen des Bachern, gehen sie ganz allmählich in Werfener Schiefer über, die als bunte Phyllite entwickelt sind. (Man kann übrigens Bedenken tragen, ob man diese Schiefer noch als Phyllite oder als Tonschiefer bezeichnen soll. Sie nehmen eben die Mitte ein und entsprechen dem Ausklingen der Metamorphose.) An anderen Stellen gehen die Phyllite deutlich in nichtmetamorphe pelitische Gesteine über, so z. B. am Nordrand der Karawanken, wo sie Teller auf seiner Karte (Bl. Unterdrauberg) aus »Paläozoikum unbestimmten Alters« ausgeschieden hat.

Die Phyllite meines Arbeitsgebietes entsprechen nicht der Quarzphyllitgruppe (Serie III bei Schwinner), sondern sind Paläozoikum unbestimmten Alters. Echte Quarzphyllite fehlen im Koralpengebiet und seiner engeren Nachbarschaft.

Daraus ergibt sich eben der gewaltige Hiatus in der Metamorphose zwischen dem Altkrystallin und seiner jüngeren Nachbarschaft. Jene Gesteine, in denen die Metamorphose von Glimmerschiefern bis zu den Phylliten abgeklungen ist, sind also abgetragen worden.

Zwischen dem Altkrystallin und den Phylliten des Koralpengebietes liegt eine bedeutende Erosionsepoche.

Trotzdem gibt es manche Stellen, wo der Hiatus überbrückt erscheint. Ich habe das aus der großen südlichen Diaphthoritzone beschrieben (Koralpe I). Mohr hat *(72)* aus dem Paläozoikum von Köflach einen besonders interessanten Fall bekannt gemacht. In den (vermutlich unterdevonischen) Dolomiten des Madlbauerkogels (östlich des Schloßberges von Voitsberg) finden sich — nach Mohr sicher stratigraphische und nicht tektonische — Einlagerungen eines eigentümlichen Fuchsitphyllites. Das Paläozoikum ist hier seiner Unterlage weitgehend metamorph angeglichen. In einer anderen Arbeit *(71)* hat Mohr verschiedene Fälle aus anderen Gebieten angeführt, in denen das Paläozoikum teilweise in die Mesozone hinabreicht.

In teilweiser Abweichung von Mohr glaube ich, daß es sich im Köflacher Paläozoikum um eine sekundäre Überbrückung des Faziesunterschiedes handelt. Es sind eben Konvergenzerscheinungen. Altkrystallin und Paläozoikum sind sich, das eine durch Diaphthorese, das andere durch Metamorphose, das eine von unten, das andere von oben, in der Metamorphose entgegengekommen. (Zu anderen, von Mohr angeführten Fällen will ich hier nicht Stellung nehmen. Es ist übrigens gar nicht einzusehen, warum das Paläozoikum gerade immer an der Grenze von Epi- und Mesozone haltmachen sollte.) Ich glaube auch, daß die räumlichen Verhältnisse gegen einen primären

© Verlag Austria - Forum - Forschung - Wissenschaft und Technik - Literaturzentrum.at

Übergang sprechen. Eine Metamorphose, die das eine Gestein zu Glimmerschiefer gemacht hat, kann nicht, wenige Zehner von Metern daneben, sich mit einer schwachen Phyllitisierung begnügt haben. Wir müssen dem Krystallisationshof (wenn man diesen von der Kontaktmetamorphose herübergenommenen Ausdruck für dynamometamorphe Gesteine überhaupt anwenden will) einen gewissen Raum zum Abklingen zubilligen. Eben diese Gesteine, die Quarzphyllite, fehlen in meinem Gebiet.

Ein weiterer Unterschied meiner Phyllite von den echten Quarzphylliten ist der, daß diese Amphibolite und vor allem Pegmatite führen, was die Phyllite nicht tun.

IV. Gruppe Paläozoikum.

Das Wichtigste wurde schon vorhin gesagt: Vorherrschend Phyllite (meist grau bis grün, bald mehr, bald weniger mild) unbestimmten Alters mit Diabasen und Grünschiefern. Beachtenswerte Erzführung (Hg in Schwabegg). Sehr selten Marmore (ein paar kleine Vorkommen in den Bleiburger Bergen), Übergänge in nicht metamorphe Sedimente.

In der Diaphthoritzone liegen ferner die in Koralpe I beschriebenen Bändermarmore mit sedimentären (sicher nicht tektonischen) Geröllen von Krystallin. Sie sind petrographisch von den Bänderkalken des Köflacher Paläozoikums nicht zu unterscheiden.

Der »Schöckelkalk«, dem diese angehören, wurde bisher meistens für Silur gehalten. Schwinner hat nun (*166*, p. 260) die Möglichkeit erwogen, ob man ihn nicht als halbmetamorphes Äquivalent der Devonkalke auffassen könnte (der Folgerung, deswegen die Taschenschiefer zum Grundgebirge zu stellen, möchte ich nicht zustimmen). Diese Deutung hätte jedenfalls u. a. den Vorteil, daß die petrographische Identität mit den devonischen Bänderkalken der Karnischen Alpen (auf die auch Schwinner, 166, p. 231, Anmerkung 4 hinweist) eine befriedigende Erklärung fände.

An einzelnen Stellen (Ottischnigberg, dann in der Gemeinde Altenbach im westlichen Posruck) liegen schwarze Graphitkalke mit grellweißen Spatadern vor. Im Dünnschliff (S. 322 von Altenbach) ist wie gewöhnlich viel weniger Graphit, als man nach dem Äußern erwarten würde. Feinkrystallin, die Adern grobspätig.

Die Phyllite der Drautalsynklinale gleichen in allen Einzelheiten den Sausalschiefern. Auch die Porphyroide fanden sich wieder (bei Pernitzen). Bemerkenswert scheint der Umstand, daß die Diabase (wenigstens in den Bleiburger Bergen) ein ziemlich hohes Niveau einnehmen. Es wäre naheliegend, in diesem Teil der Phyllite eine Vertretung von Karbon zu erblicken. Dagegen spricht der Mangel an Konglomeraten und Sandsteinen. Übrigens, ebensowenig wie jedes Graphitgestein Karbon sein muß, muß jedes alpine Oberkarbon grobe Sedimente enthalten. Schließlich muß auf so große Entfernungen hin wohl ein Fazieswechsel möglich sein. Bei Viktring, südlich von Klagenfurt, sind Phyllite — anscheinend dieselben — noch mit typischen karbonen Quarzkonglomeraten und Sandsteinen vergesellschaftet (siehe Brunlechner, **198**). Ich will diese Frage aber noch offen lassen.

Perm, z. T. vom Werfener nicht zu trennen, in überaus bunter Ausbildung: Grödener Sandstein, weiße, gelbe, apfelgrüne Quarzite, phyllitisierte Konglomerate usw., besonders im Südwestende des Poßrucks (Pollner Kogel).

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

V. Gruppe Mesozoikum.

Gut gegliederte Triasprofile nur in den St. Pauler Bergen *(48)* und in den Inseln am Posruck *(15)*. Jura fehlt allenthalben.

Große Flächen nehmen in der Drautalsynklinale bunte Phyllite ein, die ich für Werfener Schiefer halte. Unter der Kreide des Jesenkoberges sind sie als schwarze griffelige Schiefer entwickelt, wohl durch den Dazit gefrittet (Heritsch *39, 40*).

Im ganzen Drautal finden sich an vielen Stellen vereinzelte Kalke und Dolomite, sicher Trias, obwohl in der ganzen Gegend bisher leider noch keine Fossilien gefunden wurden, abgesehen von einer sehr zweifelhaften Angabe bei Stur (Megalodontenquerschnitte bei Wuchern). Auf dem Bachern wurde, südlich des Jesenkoberges, eine kleine Triasscholle mit Werfener, Gutensteiner Kalk und Hauptdolomit entdeckt. Genauere Angaben über diese Gegenden in meinem Aufnahmsbericht in Verh. der Geolog. B.-A. 1928.

Gosau auf dem Bachern, beginnend mit einer Flyschfazies, darüber Rudistenkalke und Kalkkonglomerate. Genaueres bei Kahler *(167)*.

Große Massen von Dazit mit reichlichem Ganggefolge, nach den älteren Arbeiten (Heritsch usw.) vermutlich mittelkretazisch. Einige Gänge vielleicht noch wesentlich jünger *(157)*.

C. Der geologische Bau.

1. Die voralpidischen Bauformen.

Mit Rücksicht darauf, daß eine ganze Reihe neuerer Darstellungen der voralpidischen Gebirgsprobleme unseres Krystallins vorliegen *(41, 45, 71, 73, 162, 170, 171)*, kann das Allgemeine kurz gefaßt werden:

Es handelt sich um die Erkenntnis ausgedehnter Reste voralpidischer Bauformen innerhalb der Ostalpen. Es wäre ein interessantes Stück Geschichte der Geologie, darzustellen, wie dieser Gedanke schon früh entstanden, dann aber in den Hintergrund gedrängt worden ist und erst mühsam wieder erarbeitet werden mußte. Entscheidend war das Ergebnis der neueren Aufnahmsarbeiten im steirischen Krystallin, die gezeigt haben, daß manche Gesteine wesentlich höher metamorph sind als das, was man bis dahin unter »alpiner Metamorphose« verstanden hatte, eine Entdeckung von bleibendem Wert, wenn auch gewisse anfängliche Überschätzungen dieser alten Metamorphose später etwas gemäßigt werden mußten. Es ist natürlich kein Zufall, daß diese Untersuchungen gerade vom Ostrande der Alpen ausgingen. Hier in dem Raume, wo die alpinen Falten auseinandertreten, um das Zwischenland in sich aufzunehmen (beim Übergang aus der »Verengerungszone« in die »Verbreiterungszone«, Ampferer), haben die alpinen Bewegungen nicht mehr vermocht, die Gestaltungen älterer Orogenesen und Metamorphosen so stark zu verwischen, wie das weiter im W der Fall war.

Im Anfange der Deckenlehre setzte man ihr den Trugschluß entgegen, es könne keine so bedeutenden Überschiebungen geben, denn sonst wären ja die Fossilien nicht so schön erhalten. Man muß sich hüten, heute den umgekehrten Fehler zu machen und zu sagen »weil die Ostalpen Deckenland sind, müssen alle

© Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften | download unter www.biologiezentrum.at

ihre Gesteine alpin durchbewegt worden sein«. Genau so gut, wie z. B. in sicher alpin verfrachtetem Gebiet silurische Fossilien erhalten sind, können natürlich auch algonkische oder kambrische krystalline Schiefer mit ihrem alten Gefüge unverändert erhalten geblieben sein.

Es ist das Verdienst von Schwinner, 1915 zum ersten Male expressis verbis von den Zentralalpen als von einem Stück »variszischer Alpen« (wie man damals glaubte) gesprochen zu haben *(172)*, das von alpiner Tektonik relativ wenig überarbeitet worden sei. Er betonte damals ausdrücklich, was er später leider selbst verlassen hat, daß die Annahme alter Gebirgsreste keine Ablehnung der Deckenlehre zur Folge haben müsse. Damals nahm er eine »relative Autochthonie« der östlichen Zentralalpen an.

1919 betont Mohr *(173)* diagonale Streichrichtungen in den tieferen Serien des Wechselgebietes, ebenfalls ohne dem Deckenbau dadurch nahetreten zu wollen. 1923 baut Schwinner *(163)* seine Gedanken über das alte Gebirge weiter aus. Der Hauptunterschied gegen früher ist der, daß das Gebirge in eine ältere, ungefähr kambrische Zeit gestellt wird, während die variszische Orogonese keine beträchtlichen Änderungen erzeugt haben soll. Gleichzeitig entwirft er eine Seriengliederung, die dann *(164)* ausgebaut wird.

In der Nachkriegszeit erschienen auch die zahlreichen Arbeiten von Angel, Heritsch und ihren Mitarbeitern (1—8, 41—44, 47, 97, 104, 131, 139), auf die ich schon vielfach bezug genommen habe.

Mohr vermutet in seiner Arbeit über Vöstenhof *(174)* in den dortigen Glimmerschiefern moravische Gesteine, bzw. einen direkten Zusammenhang mit diesem Teil der böhmischen Masse. Wie ich auf einer Exkursion beobachten konnte, kann von einer petrographischen Ähnlichkeit mit moravischen Gesteinen keine Rede sein. Vielmehr sind diese diaphthoritischen Glimmerschiefer ganz ähnlich den diaphthoritischen Glimmerschiefern der Koralpe und damit immerhin eher mit moldanubischen Gesteinen vergleichbar.

1925 hat Mohr einen Überblick über die Reste des »tauriskischen Gebirges« (zu dem er die alten Reste rekonstruiert) gegeben *(173)*, weitere Ergänzungen in einer späteren Arbeit *(175)*.

Gegenwärtig scheint das Vorhandensein voralpidischer Gebirgsreste besonders in der östlichen Zentralzone ziemlich allgemein anerkannt zu sein (mit Ausnahme von Staub), da sich ja auch Geologen, welche diesem Arbeitsgebiete räumlich ferner stehen, in zustimmender Weise damit befassen *(176, 177)*. Cornelius *(170)* beschäftigt sich besonders mit der karbonen Gebirgsbildung, die er leider als »herzynisch« bezeichnet[1] und kommt zu dem Ergebnis, »daß, vielleicht mit Ausnahme der südlichen Kalkzone, die ganzen Alpen auf herzynisch gefaltetem Untergrunde stehen« und »daß herzynische und alpine Falten von einander grundsätzlich unabhängig sind«.

Was ist nun in der Koralpe an voralpidischen Bauformen erhalten?

Wir sehen große Teile eines alten Falten-, bzw. Deckengebirges, das geologisch wie petrographisch als Fremdkörper innerhalb alpidischer Strukturen liegt. Wesentlich ist die diagonale Streichungsrichtung, NW—SO, bezeichnend natürlich nur für den hier besprochenen Teil (während z. B. in der Gleinalpe NO-Streichen herrscht). Die Streichungsrichtung (gemeint ist natürlich das allgemeine tektonische Streichen, das lokal ganz andere Richtungen erzeugen kann, besonders bei achsialem Gefälle) geht meist auch mit der gleichen Streckungsrichtung einher. Die Achsen der Anti- und Synklinalen haben ein achsiales Gefälle gegen SO, unter den den Bachern.

[1] Dieser Begriff, der einmal eine Richtung, ein andermal eine Fazies, dann wieder ein bestimmtes Gebirgssystem, dann eine orogonetische Phase bedeutet, ist durch vielfachen Mißbrauch vollkommen entwertet.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die lokalen Verhältnisse der Koralpe werden der ausführlichen Profiltafel (Tafel I) besser als einer langwierigen Beschreibung entnommen. Um die Tektonik anschaulicher zu machen, habe ich die Grenze zwischen Koralpengruppe und Brettsteingruppe als »tektonische Leitlinie« eingezeichnet. Diese Linie bedeutet also keineswegs eine Störungsfläche oder dgl.

Die Lage der Profile ergibt sich aus dem Übersichtskärtchen rechts unten. Sie wurden senkrecht auf das alte Streichen angelegt und nur so weit durchzogen, als der alte Bau im wesentlichen intakt ist, fehlen also in den Randgebieten im W und O.

Aus der Betrachtung dieser Profile[1] ersieht man, daß die alten Gesteine in sehr flache, liegende Falten gelegt sind, gegen SW überkippt. Es konnte, da die Faltenscharniere meist nicht direkt zu beobachten sind, nur die Art der Lagerung angedeutet werden. Ich glaube aber, daß die Falten nur mehr zum kleineren Teil als solche erhalten sind, vielmehr dürften in den meisten Fällen die Scharniere durchgerissen, die Falten also zu kleineren Schuppen ausgeartet sein. Gegen den Lavanttaler Abhang hin tritt anscheinend eine Verengung und Vermehrung der Faltenwellen ein, die im Kartenbilde durch die zweifellos tektonische Wiederholung der Marmor- und Amphibolitbänder ihren sinnfälligen Ausdruck findet. Hier hat eine Wiederbelebung und Weiterbildung der alten Falten durch umgerichtete Teilkräfte der jungalpinen Bewegungen, unter gleichzeitigem Rückschreiten der Metamorphose, stattgefunden. Es herrscht im allgemeinen ein achsiales Gefälle gegen SO. Von den Gebieten abweichender Streichrichtungen wird später gesprochen werden. Eines der wichtigsten Ergebnisse war die Feststellung einer strengen Korrelation zwischen Tektonik und Metamorphose im untersuchten Gebiet. Die Regionen mit diagonaler Streichrichtung haben die alte, posttektonische Regionalmetamorphose. Wo das Streichen gestört ist, haben auch die Gesteine eine Störung in der Metamorphose erlitten (Rückschreiten).

Der alte Bau der Koralpe ist im Kern dieses Gebirges gut erhalten. Rundherum an den Rändern ist er durch alpidische Bewegungen umgeformt. Infolge dieser — abgesehen von lokalen Störungen — nur randlichen Umformung ist die Koralpe wesentlich besser erhalten als ihre nördlichen und südlichen Nachbarn.

---

[1] Diese Profile bedürfen einiger Entschuldigung. Dem alpin geschulten Auge muß die unwahrscheinliche Einfachheit auffallen. Das lag in den Hindernissen bei der Kartierung. Die Landschaft ist in lotrechter Richtung ungemein wenig aufgeschlossen, die Tiefe der Schluchten steht in keinem Verhältnis zu der Größe der Bauformen. Dazu die Aufschlußarmut der wagrechten Fläche nach. Endlich die Unregelmäßigkeit krystalliner Schiefer überhaupt, die den Geltungsbereich eines Fallzeichens ungleich enger haben als andere Gesteine. So fehlen in den Profilen zahlreiche Einzelheiten, sie wirken etwas schematisierend und auch die Großtektonik wurde, um sicheres Arbeitsergebnis nicht durch unsichere Kombination zu entwerten, auf das beschränkt, was sich mit Sicherheit erkennen und verantworten läßt. Dadurch hat vielleicht die Schönheit der Profile gelitten, aber ihre Geltungsdauer gewonnen.

© Verlag Austria-Forum/Austria-Forum (AEIOU) und Österreichische Nationalbibliothek/Austrian Literature Online/Literaturhaus/Literaturzentrum.at

Die einzelnen tektonischen Teilelemente des steirischen Kristallins sind also wohl alle alpin bewegt, aber durchaus nicht alle alpin durchbewegt worden. Vorgreifend der genaueren Darstellung im folgenden Kapitel muß ich hervorheben, daß die alpidische Tektonik, wo immer wir sie in unserem Gebiete antreffen, von oben kommt. Gerade bei der südlichen Diaphthoritzone erkennt man deutlich, daß sie nur eine oberflächliche Aufschürfung ist, deren Kennzeichen gegen die Tiefe zu rasch abnehmen.

Ungemein eindrucksvoll ist das in der Landschaft draußen. Wenn man an einem der südlichen hohen Punkte der Koralpe steht, etwa in der Nähe des Radlpasses: Oben die Diaphthorite, lockere mürbe Gesteine, darunter dann stark alpin durchbewegte Glimmerschiefer, ganz in der Tiefe unten, etwa im Radlgraben, Fenster von Altkrystallin mit schweren massiven Gesteinen. Also nur einige wenige hundert Meter alpiner Aufschürfung, darunter die gewaltigen Massen der alten Gesteine.

Ebenfalls »von oben« kommt die Diaphthorese unter dem Köflacher Paläozoikum, während andere Diaphthoritzonen, z. B. die Schubfläche Koralpe-Stubalpe, von Altkrystallin überfahren sind.

Die Altersfrage dieses voralpidischen Gebirges soll später besprochen werden. Wir wollen festhalten: Streichen NW—SO (cum grano salis! auch NNW—SSO usw.), entsprechend einer Schubwirkung von NO gegen SW. Die mit dieser Tektonik verbundenen Deformationen von einer Regionalmetamorphose überholt. Der alte Bau besteht aus Gesteinen der Koralpen- und der Brettsteingruppe, während die Phyllite (Gruppe IV) erst später in den Bau einbezogen wurden.

2. Die alpidische Tektonik.

Die alte Tektonik und Metamorphose der Koralpe ist stark gestört. Die Störungen sind ihrer Richtung nach alpin, sie kommen alle von S her und entsprechen dem Andrängen der Südalpen gegen die Zentralalpen. Leider fehlt es für einen Großteil dieser Ereignisse an Sedimenten, welche zur Datierung zeitliche Fixpunkte abgeben würden. Erst die nachmiozänen Störungen sind genauer zu erfassen.

Der Kampf um die Streichungsrichtung, zwischen alten Formen und neuen Beanspruchungen, gehört zu einem der interessantesten Probleme unseres Gebietes. Die mehr minder vertikalen Störungen, d. i. im wesentlichen die junge Bruchtektonik, wurden trotz ihrem Zusammenhang mit den wagrechten Druckwirkungen der Übersicht halber in einem eigenen Kapitel zusammengefaßt. Die junge Tektonik äußert sich vor allem in zwei Dingen:

1. Umbau des Gefüges;
2. Umbau der tektonischen Form.

Über die Gefügeänderungen wurde schon in den rein petrographischen Teilen dieser Monographie (Koralpe I, II, V—VIII) genau berichtet. Sie entsprechen immer einem Rückschreiten der Metamorphose. Man kann im großen zwei Arten auseinanderhalten: eine mehr regionale Beanspruchung, die sich in mäßigen Grenzen hält und den Gesamthabitus der Gesteine nicht wesentlich ändert. Vielfach beschränkt sie sich auf die Wiederbelebung eines Teiles

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die lokalen Verhältnisse der Koralpe werden der ausführlichen Profiltafel (Tafel I) besser als einer langwierigen Beschreibung entnommen. Um die Tektonik anschaulicher zu machen, habe ich die Grenze zwischen Koralpengruppe und Brettsteingruppe als »tektonische Leitlinie« eingezeichnet. Diese Linie bedeutet also keineswegs eine Störungsfläche oder dgl.

Die Lage der Profile ergibt sich aus dem Übersichtskärtchen rechts unten. Sie wurden senkrecht auf das alte Streichen angelegt und nur so weit durchzogen, als der alte Bau im wesentlichen intakt ist, fehlen also in den Randgebieten im W und O.

Aus der Betrachtung dieser Profile[1] ersieht man, daß die alten Gesteine in sehr flache, liegende Falten gelegt sind, gegen SW überkippt. Es konnte, da die Faltenscharniere meist nicht direkt zu beobachten sind, nur die Art der Lagerung angedeutet werden. Ich glaube aber, daß die Falten nur mehr zum kleineren Teil als solche erhalten sind, vielmehr dürften in den meisten Fällen die Scharniere durchgerissen, die Falten also zu kleineren Schuppen ausgeartet sein. Gegen den Lavanttaler Abhang hin tritt anscheinend eine Verengung und Vermehrung der Faltenwellen ein, die im Kartenbilde durch die zweifellos tektonische Wiederholung der Marmor- und Amphibolitbänder ihren sinnfälligen Ausdruck findet. Hier hat eine Wiederbelebung und Weiterbildung der alten Falten durch umgerichtete Teilkräfte der jungalpinen Bewegungen, unter gleichzeitigem Rückschreiten der Metamorphose, stattgefunden. Es herrscht im allgemeinen ein achsiales Gefälle gegen SO. Von den Gebieten abweichender Streichrichtungen wird später gesprochen werden. Eines der wichtigsten Ergebnisse war die Feststellung einer strengen Korrelation zwischen Tektonik und Metamorphose im untersuchten Gebiet. Die Regionen mit diagonaler Streichrichtung haben die alte, posttektonische Regionalmetamorphose. Wo das Streichen gestört ist, haben auch die Gesteine eine Störung in der Metamorphose erlitten (Rückschreiten).

Der alte Bau der Koralpe ist im Kern dieses Gebirges gut erhalten. Rundherum an den Rändern ist er durch alpidische Bewegungen umgeformt. Infolge dieser — abgesehen von lokalen Störungen — nur randlichen Umformung ist die Koralpe wesentlich besser erhalten als ihre nördlichen und südlichen Nachbarn.

---

[1] Diese Profile bedürfen einiger Entschuldigung. Dem alpin geschulten Auge muß die unwahrscheinliche Einfachheit auffallen. Das lag in den Hindernissen bei der Kartierung. Die Landschaft ist in lotrechter Richtung ungemein wenig aufgeschlossen, die Tiefe der Schluchten steht in keinem Verhältnis zu der Größe der Bauformen. Dazu die Aufschlußarmut der wagrechten Fläche nach. Endlich die Unregelmäßigkeit krystalliner Schiefer überhaupt, die den Geltungsbereich eines Fallzeichens ungleich enger haben als andere Gesteine. So fehlen in den Profilen zahlreiche Einzelheiten, sie wirken etwas schematisierend und auch die Großtektonik wurde, um sicheres Arbeitsergebnis nicht durch unsichere Kombination zu entwerten, auf das beschränkt, was sich mit Sicherheit erkennen und verantworten läßt. Dadurch hat vielleicht die Schönheit der Profile gelitten, aber ihre Geltungsdauer gewonnen.

© Verlag Austria

Die einzelnen tektonischen Teilelemente des steirischen Krystallins sind also wohl alle alpin bewegt, aber durchaus nicht alle alpin durchbewegt worden. Vorgreifend der genaueren Darstellung im folgenden Kapitel muß ich hervorheben, daß die alpidische Tektonik, wo immer wir sie in unserem Gebiete antreffen, von oben kommt. Gerade bei der südlichen Diaphthoritzone erkennt man deutlich, daß sie nur eine oberflächliche Aufschürfung ist, deren Kennzeichen gegen die Tiefe zu rasch abnehmen.

Ungemein eindrucksvoll ist das in der Landschaft draußen. Wenn man an einem der südlichen hohen Punkte der Koralpe steht, etwa in der Nähe des Radlpasses: Oben die Diaphthorite, lockere mürbe Gesteine, darunter dann stark alpin durchbewegte Glimmerschiefer, ganz in der Tiefe unten, etwa im Radlgraben, Fenster von Altkrystallin mit schweren massiven Gesteinen. Also nur einige wenige hundert Meter alpiner Aufschürfung, darunter die gewaltigen Massen der alten Gesteine.

Ebenfalls »von oben« kommt die Diaphthorese unter dem Köflacher Paläozoikum, während andere Diaphthoritzonen, z. B. die Schubfläche Koralpe-Stubalpe, von Altkrystallin überfahren sind.

Die Altersfrage dieses voralpidischen Gebirges soll später besprochen werden. Wir wollen festhalten: Streichen NW—SO (cum grano salis! auch NNW—SSO usw.), entsprechend einer Schubwirkung von NO gegen SW. Die mit dieser Tektonik verbundenen Deformationen von einer Regionalmetamorphose überholt. Der alte Bau besteht aus Gesteinen der Koralpen- und der Brettsteingruppe, während die Phyllite (Gruppe IV) erst später in den Bau einbezogen wurden.

2. Die alpidische Tektonik.

Die alte Tektonik und Metamorphose der Koralpe ist stark gestört. Die Störungen sind ihrer Richtung nach alpin, sie kommen alle von S her und entsprechen dem Andrängen der Südalpen gegen die Zentralalpen. Leider fehlt es für einen Großteil dieser Ereignisse an Sedimenten, welche zur Datierung zeitliche Fixpunkte abgeben würden. Erst die nachmiozänen Störungen sind genauer zu erfassen.

Der Kampf um die Streichungsrichtung, zwischen alten Formen und neuen Beanspruchungen, gehört zu einem der interessantesten Probleme unseres Gebietes. Die mehr minder vertikalen Störungen, d. i. im wesentlichen die junge Bruchtektonik, wurden trotz ihrem Zusammenhang mit den wagrechten Druckwirkungen der Übersicht halber in einem eigenen Kapitel zusammengefaßt. Die junge Tektonik äußert sich vor allem in zwei Dingen:

1. Umbau des Gefüges;
2. Umbau der tektonischen Form.

Über die Gefügeänderungen wurde schon in den rein petrographischen Teilen dieser Monographie (Koralpe I, II, V—VIII) genau berichtet. Sie entsprechen immer einem Rückschreiten der Metamorphose. Man kann im großen zwei Arten auseinanderhalten: eine mehr regionale Beanspruchung, die sich in mäßigen Grenzen hält und den Gesamthabitus der Gesteine nicht wesentlich ändert. Vielfach beschränkt sie sich auf die Wiederbelebung eines Teiles

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

der alten Schieferungsflächen, während die Stücke dazwischen unversehrt bleiben. Ein Teil dieser Umänderungen, die man etwa als Tiefendiaphthorese bezeichnen könnte (z. B. Amphibolitisierung der Eklogitamphibolite) ist wohl älter als alpidisch, ja an einzelnen Stellen sogar älter als die Injektion.

Die zweite Art ist die vollkommene Diaphthorese, deren Bereich viel enger begrenzt ist, eine Zerstörung zu Pseudo-Epigesteinen, entlang tektonischen Bewegungshorizonten.

Nun zu den Änderungen in der tektonischen Form:

Das alte Faltengebirge, soweit man bei diesen flachen Packeten überhaupt noch von Falten sprechen kann, setzt einer neuerlichen Faltung einen so großen Widerstand entgegen, daß keine Umfaltung, sondern nur Aufschuppung eintreten konnte. In den Räumen stärkster Beanspruchung entstanden Schuppen mit reinem O-W-Streichen. Dort, wo die Kräfte nicht mehr dazu ausgereicht haben, um die alte Richtung ganz zu ändern, sind nun sehr eigentümliche Interferenzerscheinungen entstanden: Schuppen in enger Wechsellagerung, von denen immer die eine NW, die andere NO streicht. Es ist dieselbe Anordnung wie bei dem sogenannten Sperrholz, bei dem dünne Holzplatten mit der Faserung senkrecht aufeinander geleimt werden.

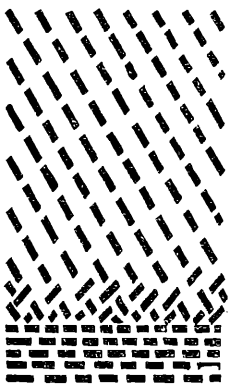


Fig. 2 *a*.

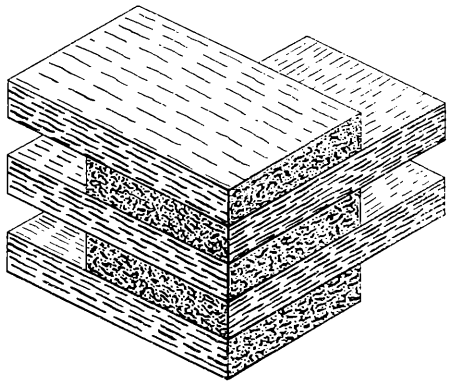


Fig. 2 *b*.

a) Schema der Streichrichtungen: oben die alte Diagonalrichtung, unten die junge Querrichtung, dazwischen die Interferenzzone.
b) Schema der Schuppenlagerung.

Diese Gitterung der Streichungsrichtungen vermittelt zwischen der alten und der alpidischen Richtung. Man beachte auf das hin die (dem damaligen Stand meiner Aufnahmen entsprechend, noch sehr unvollständige) Karte der Streichungsrichtungen in Koralpe I, Tafel I, besonders den Raum von Soboth. Sehr dicke Schuppen in Vergitterung konnte ich in den Bleiburger Bergen nachweisen. Die einzelnen Schuppen können aber sehr dünn werden. Fig. 3 bringt eine Aufnahme einer solchen Vergitterung aus der Soboth. Die einzelnen Schuppen sind 2—4 *m* dick.

© Verlag Österreich, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Diese echte Vergitterung darf natürlich nicht verwechselt werden mit der scheinbaren, die bei achsialem Gefälle durch umlaufendes Streichen entsteht (z. B. Mitterriegel nordwestlich von St. Vinzenz).

Ich begnüge mich damit, diese interessante Erscheinung zu beschreiben, ohne daß ich sie hinreichend mechanisch erklären könnte.

Fig. 3. Aufschluß in einem Hohlweg, der von der Fahrstraße Soboth—Krumbach, etwas östlich des Wirtshauses Lindner, gegen den Pirschlingkogel hinaufführt. Man sieht links unten die Schichtflächen einer obersten Schuppe (mit aufgemaltem Fallzeichen). Daneben scharf abschneidend die Schichtköpfe der nächsttieferen Schuppe. Im Hintergrunde, wo der Waldesschatten sich über den Weg legt, plötzlich wieder Plattenflächen, einer dritten Schuppe angehörig.

Einzelbeschreibung der alpin verstellten Teile.

Aus Ersparungsgründen ist es unmöglich, die einzelnen Teile durch Profile und Einzelkärtchen hinreichend bildlich zu belegen. Für den südlichen Teil der Koralpe mag das im Druck befindliche Kartenblatt Unterdrauburg dienen. Die Beschreibung nimmt, um Wiederholungen zu vermeiden, auch die jüngeren Gesteine mit.

a) Das Gutensteiner Krystallin.

Vgl. die Karte in Lit. *159* und die Textfig. 6 in dieser Arbeit. Westlich vom Mießlingtal liegt ein Stück Koralpenkrystallin. Grenzen: Leifling (südlich Lavamünd) — Gutenstein — St. Agnes — Prednik-Mühle (Tal des Secnicabaches) — Windischgraz — Schloß Gallenhofen — Mießlingtal abwärts bis Unterdrauburg.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Diese Berge erreichen beträchtliche Höhen: Lagoja 1020 *m*, Grubergupf 886 *m*, Verche 681 *m*. Über die Lavanttaler Störung und über die Lage in bezug auf Bachern und Koralpe vgl. die ausführlichen Angaben in Lit. *159*.

Die Gesteine gehören der Brettsteingruppe an, also vorwiegend Glimmerschiefer. Marmor und Amphibolit spielen keine besondere Rolle. Leicht rückschreitende Metamorphose, enorme pegmatitische Durchtränkung, auch in jungen Quergriffen, die besonders östlich von Gutenstein dicht gedrängt auftreten. Als Besonderheit der Dravit-Margarodit-Pegmatit von Dobrava bei Unterdrauburg. Streichen im allgemeinen NNW-SSO.

Gegen W und S taucht dieses Krystallin unter die Phyllite der Bleiburger Berge unter, an der Grenze beider Gesteine eine Schicht phyllitähnlicher Diaphthorite, welche den Hiatus in der Metamorphose überbrückt. In einzelnen Schubfetzen taucht das Krystallin an der Basis des Karawankenmesozoikums noch einmal auf (bei St. Nikolaus und südlich von Köttelach). Über die Glazialerscheinungen vgl. Lit. *178*.

b) Die Drautalsynklinale.

Diese Bezeichnung (abgekürzt DTS) habe ich in Vorberichten für die weite Depression zwischen Koralpe und Bachern vorgeschlagen. Die DTS im engeren Sinne reicht bis Hohenmauthen, wo sie sich in zwei Äste gabelt (beide mit Tertiärfüllung). Gegen NO die Eibiswalder, gegen SO die Reifniger Synklinale (siehe Fig. 6). Zwischen beiden erhebt sich weiter im O die Poßruckantiklinale. Gegen W schneidet die DTS scharf an der Lavanttaler Störung ab.

Sie wird aus folgenden Gesteinen aufgebaut: im N Diaphthorite von Koralpengesteinen, darunter am auffallendsten mächtige Grünschiefer, z. T. Uralitschiefer, die ich noch für Amphibolit-, beziehungsweise Eklogitdiaphthorite halte. Darüber Phyllite, gegen oben in Werfener Schiefer übergehend. Graphitkalke vom Ottischniggberg. Im südlichen Teil, in den Vorbergen des Bachern, mächtige Grödener Sandsteine, Werfener, wenig Trias, Dazite, Gosau.

Im Muldentiefsten der DTS liegt Tertiär. Kohleführende Sandsteine usw. (Eibiswalder Schichten), darüber Blockschichten, riesige Krystallinblöcke bis zu mehreren Kubikmetern Größe, nach Analogie mit den weststeirischen äquivalent der II. Mediterranstufe. Dieses Tertiär wurde von Rolle für Krystallin, von Dreger für permisches Konglomerat gehalten. Es bildet eine zirka 2 *km* breite Rinne, die einst von der Koralpe herabgeführt hat. (Die Gesteine lassen sich gut mit Vorkommen auf dem Kamm Hühnerkogel—Pernitzen in Zusammenhang bringen.) Infolge der Hebung der Koralpe fehlt aber die Fortsetzung des Tertiärs nördlich der Drau. Der Nordrand des Tertiärs ist eine südfallende Störungsfläche, an der Werfener und Triaskalke eingeklemmt sind (Danielberg). Die Werfener Schiefer sind noch leicht phyllitisiert. Genauere Angaben in meinem Aufnahmsbericht in Verhandl. Geol. Bundesanst. 1928.

Nördlich des Muldentiefsten ist in der DTS durch jüngere Brüche der Draugraben eingeschnitten (siehe Fig. 5), den ich später bespreche.

Der alpine Bau äußert sich also in der DTS:

1. In Schuppenbau, Überschiebungen, tektonischen Mischungen von Phylliten und Diaphthoriten.
2. In einer Epimetamorphose, die in den Werfener Schiefern ausklingt.
3. Einmuldung des Zwischengebietes von Bachern und Koralpe.
4. Vertiefung dieser Einmuldung durch nachmediterrane Bruchbildung. Daraus folgt Mehrphasigkeit der alpinen Bewegungen. Die Entwicklung der Blockschichten setzt die DTS voraus, sie sind aber selbst durch Überschiebungen und noch jüngere Bruchtektonik gestört.

c) Die große Diaphthoritzone.

Die hangendsten Teile des Koralpenblocks waren der alpinen Abscherung natürlich am stärksten ausgesetzt und hier ist es zu einer vollständigen Diaphthorese, in den südlichen Teil auch zu einer tektonischen Mischung mit jüngeren Gesteinen gekommen. Die heutige Diaphthoritzone ist ein kleiner Rest einer großen Diaphthoritdecke, die einst viel weiter nach N gereicht hat (Gerölle im Tertiär westlich von St. Oswald ob Eibiswald).

© Verlag Austria - Forschungsgemeinschaft - Universität Wien - Forschungszentrum.at

Die Erkenntnis dieser Diaphthoritzone ist von großer regionaler Bedeutung, weil sie sich weit nach W und O verfolgen läßt. Sie findet sich am Südrand der Saualpe, über das ganze Mittelkärntner Becken mindestens bis Villach. Nach O hat sie ihre Fortsetzung in den Posruck. Neuerdings hat Winkler (*179*) diese von mir schon längst publizierte Tatsache (z. B. Verh. G. B. A. 1926, p. 14, dann Koralpe I, p. 8) neu »entdeckt« und erklärt nun die Gesteine, die er früher für Porphyroide gehalten hat, für Diaphthorite, zum Teil von Granitgneisen (!). Auch das Ergebnis, daß die mesozoischen Schollen am Posruck von S gekommen wären, ist schon seit 14 Jahren bekannt (Benesch, *15*).

Die Einzelheiten der Diaphthoritzone habe ich Koralpe I ausführlich beschrieben.

Wichtig ist die Erkenntnis, daß diese Diaphthoritzone gegen O um die Koralpe herumbiegt und, unter dem weststeierischen Tertiär zum größten Teil begraben, bis Köflach reicht, wo sie in die »Gradener Zone« einmündet. Nur einzelne der Krystallinsporne, die in das Tertiär weiter gegen O hinausreichen, tragen noch die Bruchstücke dieser Zone. Ich nenne als Beispiele das Krystallin von Steyregg (südlich von Schwanberg), ferner den Rücken, der vom Steinberg gegen St. Stefan herabführt (Hochneuberg). 10 *km* nordöstlich von dieser Stelle taucht bei Tobelbad unter dem Tertiär ein Stück Paläozoikum auf, das zwischen dem Köflacher und dem Sausaler Paläozoikum vermittelt. Wir müssen also in der Gegend unter Ligist, Mooskirchen und Lannach unter dem Tertiär die Diaphthorite erwarten.

Äquivalent, wenigstens tektonisch, ist die Diaphthoritlage zwischen Gutensteiner Krystallin und Bleiburger Bergen, ferner eine Diaphthoritlage am Südabfall der Posruckantiklinale.

d) Der südliche Teil des Altkrystallins.

Der südliche Teil der Koralpe, d. i. ungefähr der Raum St. Vinzenz, Soboth, Hadernigg, vermittelt zwischen dem Altkrystallin und der Diaphthoritzone. In ihm herrscht die vorhin besprochene Vergitterung des Streichens. Diese tektonische Komplikation, in Verbindung mit einem besonderen Mangel an Aufschlüssen, erschwerte die Kartierung ungemein. Alle Amphibolite, Marmore usw. sind kleine isolierte Fetzen, die sich nicht weiter im Gelände verfolgen lassen. Am Südrand dieses Gebietes, bei St. Lorenzen und bei Koglegg, sind die Bändermarmore mit Geröllen (Devon?) eingeschuppt.

e) Der Westhang der Koralpe gegen das Lavanttal.

Im Kartenbilde fallen die zahlreichen Marmor- und Eklogitbänder auf, die gegen NNW in die Saualpe hinaufstreichen. Sie entsprechen einer tektonischen Wiederholung. Alle haben eine leichte Störung der Krystallinität, mit Ausnahme der südlicheren Teile unter Beibehaltung der alten Richtung.

Erst wenn die Beanspruchung stärker wird, werden die Gesteine in die W-O-Richtung umgestellt. Von Wolfsberg herunter bis zu einer Linie, die etwa Rojach mit der Brandl verbindet, ist der alte Faltenbau erhalten. Südwärts dieser Linie beginnen nun die jungen Umstellungen. Die Gesteinszüge lösen sich in Linsen auf, die teils das alte Streichen haben, teils umgestellt sind. Wieder sind es die Marmore, welche die tektonischen Verhältnisse besonders klar erkennen lassen. Die Bänder des nördlichen Teiles sind in dicke (in der Kartenprojektion ungefähr 1000×200 *m*), W-O-streichende Linsen zusammengestaucht. Schmale Glimmerschieferbänder im Innern beweisen die tektonische Anschoppung. Vier solcher Linsen sind besonders deutlich: die Steinkellner Schuppe (bei Andersdorf), die Ettendorfer Schuppe, die Rothenkogelschuppe (auf der Karte fälschlich Sirothenkogel) und die Wölblgrabenschuppe (genaue Beschreibung in Koralpe II, p. 491 ff.). Das gleiche gilt für die Bänder von Eklogitamphibolit, natürlich auch für die Glimmerschiefer, nur ist bei diesen infolge der schlechten Aufschlußverhältnisse die Lagerung nicht so leicht festzustellen.

An der Grenze des Krystallins gegen das Tertiär, in der Zerüttungszone des Lavanttaler Bruches, finden sich auch echte Diaphthorite, z. B. bei Kleinwinklern.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

f) Die Wolfsberger Zone.

In dem schon früher umgrenzten Raume zwischen Wolfsberg und dem Koralpengipfel liegen die Gesteine wieder heftig gestört, meist W-O, aber auch gegen NO streichend.

Schon Lipold hatte auf seiner Karte einen Bereich mit ähnlichen Grenzen als »Glimmerschiefer« von den »Gneisen« des übrigen Gebietes ausgeschieden. Er wußte nichts Rechtes damit anzufangen; so ließ er Marmore aus dem einen Gebiet in das andere hinüberstreichen. Jedenfalls ist der Scharfblick zu bewundern, mit dem er die Verschiedenheit der Metamorphose erkannt hat.

Die Grenze ist stellenweise sehr scharf entwickelt, besonders in der Gemeinde Rieding, südlich vom Schoberkogel. Hier stehen, im Walde ober dem Gehöft Steinbirker, ungemein weiche Serizitschiefer an, die eine große Ähnlichkeit mit Talk haben und auch tatsächlich einen Bergbau hervorgerufen haben. Diese Serizitschiefer sind durch alle Übergänge mit Glimmerschiefern verbunden, sind Diaphthorite desselben. Daneben fanden sich auch Strahlsteinschiefer, nicht unähnlich denen vom Jankeckogel (Koralpe I). Genauere Angaben über diese Wolfsberger Gesteine in Koralpe VIII.

Einige der Gesteine dieser Zone haben eine verblüffende Ähnlichkeit mit Stubalpengesteinen, wovon ebenfalls schon die Rede war. Die meisten von ihnen kann man als Tiefendiaphthorite von Koralpengesteinen auffassen.

Die Wolfsberger Zone ist also eine lokale Stauchungsstelle innerhalb der Koralpe, mit Tiefendiaphthorese im Innern, echter Diaphthorese an den Grenzen.

g) Der Raum von Twimberg-Theisenegg.

In diesem Raume liegen die Gesteine (ebenfalls nur Vertreter der Brettsteingruppe) in der W-O-Richtung. Es ist gewissermaßen eine vergrößerte Wiederholung der Wolfsberger Zone. Wie im Kapitel über die Nordostklüfte näher ausgeführt ist, sprechen auch die N—S streichenden Klüfte, die »Zwölferklüfte« Brunlechners, dafür, daß diese Gesteine früher in der NW-SO-Richtung, die Klüfte also NO lagen.

Die Südgrenze dieses junggestörten Gebietes ist ungefähr dort, wo die Lavant in ihrem engen Durchbruchstal ein Stück weit von W nach O fließt. Schon dort, wo sie gegen SO umbiegt (gegen Baderwirt) herrscht wieder das alte NW-Streichen.

h) Einzelne W-O-Streifen im Innern der Koralpe. Die Gipfeldeckscholle.

Auch im Innern der Koralpe finden sich kleinere oder größere diaphthoritische Scherzonen, mit Umstellung der Gesteine in die W-O-Richtung. Vielfach entstehen nicht nur Diaphthorite, sondern auch Mylonite. Sie sind natürlich der Verwitterung besonders ausgesetzt, daher lassen sich solche Störungen auch morphologisch gut verfolgen (vgl. *180*).

Sehr deutlich ist die Krakaberglinie: Das Gipfeleck der Koralpe hat annähernd die alte Diagonalrichtung, ebenso der Südhang des Krakaberges (P. 2067) und der südlich anschließende Jauk. Dazwischen liegt aber ein Sattel (P. 2041), in dem die Plattengneise W—O streichen (übrigens zeigt schon die Gipfelkote des Krakaberges dieses Streichen). Diese Gneise sind stark mylonitisiert. Diese Myloniteone läßt sich als Tiefenrinne gegen O verfolgen. Sie ist bezeichnet durch den Sattel P. 1935 südlich vom Kleinen Speik (P. 2107), den Sattel südöstlich der Gänseben (P. 1977) und durch den Oberlauf des Glietzbaches (wo sich die schönen Andalusitparamorphosen gefunden haben). Diese Zerreibungszone ist der südliche Ausstrich der Bewegungsfläche, welche die Gipfelserie von der übrigen Koralpe trennt.

Diese Gipfeldeckscholle, ein wannenförmiges Gebilde, das seine Haupterstreckung in der N-S-Richtung hat (Hühnerstützen als Kern), liegt als Fremdkörper über den anderen Gesteinen, die in wohlausgeprägten Anti- und Synklinalen NW—SO unter ihr durchstreichen. Besonders schön ist die Antiklinale der Brandhöhe entwickelt, mit einem Eklogitamphibolit als Kern; schon Heritsch hat sie

© Verlag Austria-Forum / Forschungsinstitut für Alpine Vorzeit / Naturhistorisches Museum Wien / Geologische Bundesanstalt / Geologische Bundesanstalt / Geologische Bundesanstalt

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

vermutlich nicht ganz so hoch metamorph war wie diese). Wo also in der Stubalpe Gradener Zone auf Almhausserie liegt, »ist zwischen den Staurolithgesteinen der Almhausserie und jenen der Gradener Serie keine Grenze mehr zu ziehen« (Heritsch-Czermak *44*, p. 42 f.)

k) Die Obdacherzone.

Das ist der Streifen von Brettsteinzügen westlich der Stubalpe. Heritsch hat festgestellt, daß die Stubalpe auf diese Gesteine etwas überschoben ist. Sie ist sonst nicht bemerkenswert.

l) Der Ostrand der Koralpe.

Er entspricht keinem einfachen Untertauchen unter das weststeirische Tertiär, sondern — wie besonders Stiny im Teigitschgebiet festgestellt hat — einem tektonischen Hinabwölben an einzelnen Kniefalten. Von der Diaphthoritzone, welche — in einzelnen Resten erhalten — die Gradener Zone mit der großen Diaphthoritzone im S verbindet, war schon die Rede. In diesem Randgebiet finden sich häufig Verstellungen, auch Vergitterungen mit NO-Richtungen. So z. B. im Krystallinsporn zwischen Steyregg und Etzendorf, dann bei Unterlauffenegg usw.

m) Der Radlzug.

Dieser östliche Ausläufer der Koralpe besteht in seinem nördlichen Teil aus Tertiär (Radlschutt, darüber Eibiswalder Schichten), das nach meinen Aufnahmen (im Gegensatz zu Winkler, *183*) noch stark gestört ist, und zwar durch wagrechte oder flach südfallende Schubflächen, an denen jeweils das obere Stück gegenüber dem unteren ein Stück weit gegen N vorgeschoben ist. An diesen Flächen sind eine Reihe von krystallinen Schollen aus dem tieferen Untergrunde mit heraufgeschleppt worden. Die Profile, Fig. 4, erläutern den Sachverhalt hinlänglich, auch ohne genauere Erläuterungen.[1] Das Tertiär selbst ist deutlich tektonisiert, mit Anfängen einer leichten phyllitischen Metamorphose.

Zusammenfassend sehen wir also, daß der Block der Koralpe von einem Kranz von Diaphthoritzonen umgeben ist, daß solche auch, entsprechend einzelnen Bewegungszonen, in das Innere eingreifen. Alle sind alpidischen Ursprungs.

3. Die junge Bruchtektonik.

In der Umrahmung des Koralpenblocks, zum Teil auch im Innern, spielen Brüche und Klüfte eine sehr große Rolle. Die wichtigste Bruchzone, das System der Lavanttaler Brüche, habe ich aus drucktechnischen Gründen zum Gegenstand einer eigenen Arbeit gemacht (*159*); um Wiederholungen zu vermeiden, muß ich sie hier als bekannt voraussetzen.

a) Die Nordostsprünge.

Unter den Kluftrichtungen ist eine dadurch besonders auffallend, dadurch daß diese Klüfte zu Gängen erweitert sind, mit Pegmatiten gefüllt (siehe Koralpe VI). Diese Gänge sind echte Quergriffe. Bezeichnend ist ihre Lage senkrecht auf das Hauptstreichen.

---

[1] Eine ausführliche Darstellung mit Beschreibung der maßgebenden Aufschlüsse war im Februar 1928 in der Verh. d. G. B. A. in Druck, wurde aber im Juni dieses Jahres von der Direktion der Anstalt wieder zurückgezogen.

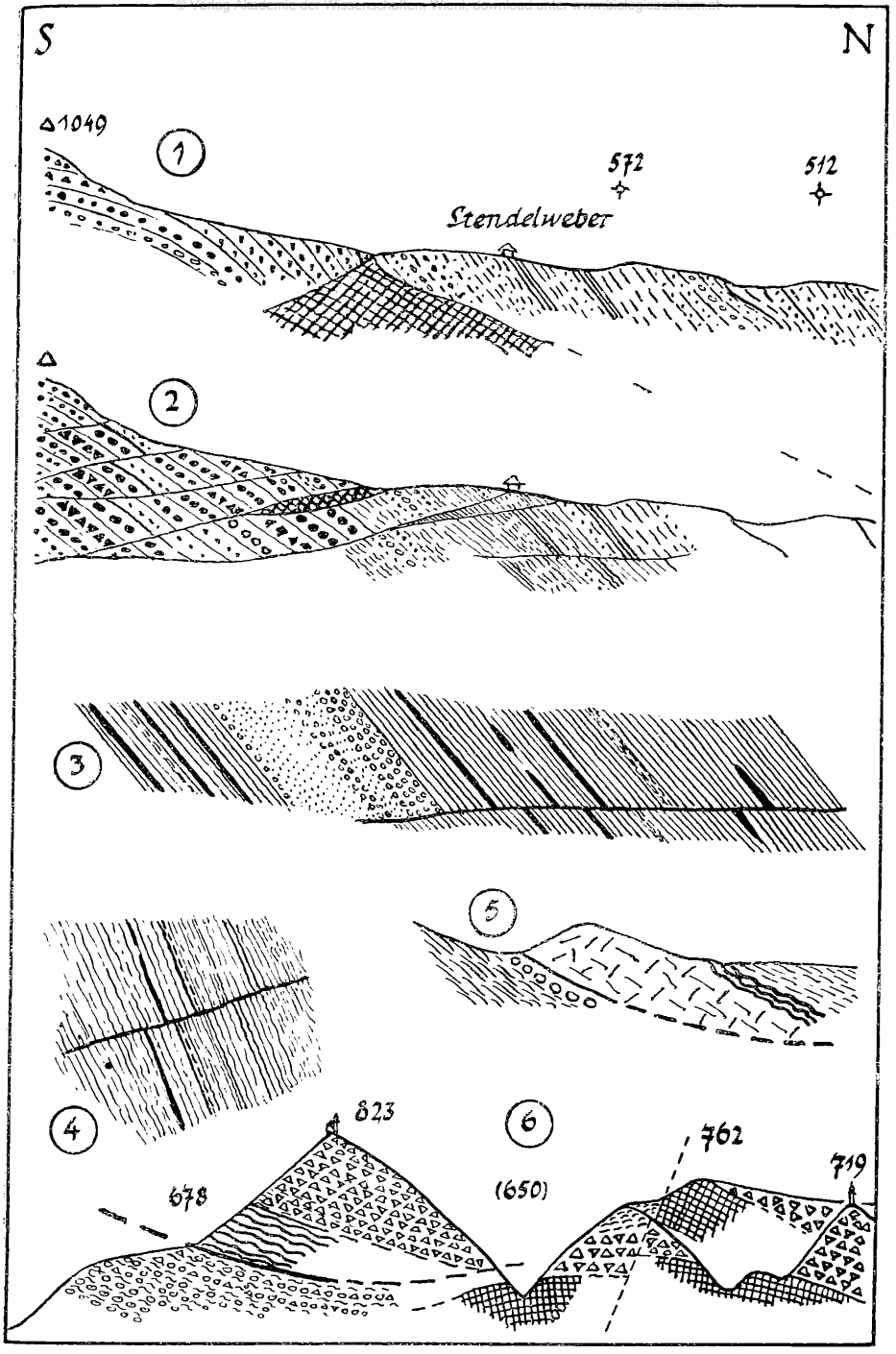


Fig. 4. 1. Profil Kapunerkogel (P. 1049) über Stendelweber, P. 572, P. 512 gegen Wasserleiter. Kopiert aus Winkler, Denkschriften, *101*, Taf. I, Prof. 1. 2. Dasselbe Profil nach meiner Auffassung. 3. Überschiebung an der Straße Leutschach-Karnerberg. Umgezeichnet aus Winkler, Jahrb. G. R. A. 1913, p. 551, Fig. 2 (seitenverkehrt, damit gleiche Richtung mit den anderen Profilen). 4. Überschiebungen im Tertiär unter Hirzbauer. 5. Marmor-Glimmerschiefer-Linse, im Tertiär schwimmend. 600 *m* östlich von Bergweiß, in 590 *m* Seehöhe. 6. Profil Nauerschnik (P. 678), Hl. Drei König (P. 823), Oberer Radlgraben (650), St. Anton (P. 719). — Kreuzraster: Amphibolitdiaphthorit. Wellenlinien: Phyllit. Ringel mit kleinen Wellenlinien: leicht metamorphes Radlkonglomerat. Dreiecke: frischer Radlschutt (einige feinsandige Lagen nicht ausgeschieden).

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

An einer Stelle, im Marmorbruch bei der »Oberen alten Hütte« (in der Nähe von St. Vinzenz) konnten Striemen beobachtet werden, die auf eine (geringfügige) wagrechte Verschiebung hindeuten. Morphologisch sind diese Gänge in keiner Weise bemerkenswert, nur sehr selten wittern sie als Härtlinge heraus (in der Mießschlucht östlich von Gutenstein (»luckerter Stein«), oder der »Frauenofen« bei Freyland.

Es mögen hier einige Beispiele angeführt werden, um die große regionale Verbreitung zu zeigen:

In klassischer Weise sind sie in den schon erwähnten Gängen im Gradisch bei St. Vinzenz entwickelt (Koralpe VI). Weiters fanden sie sich (meist als bloße Quarzgänge) am Dreieckkogel, am Westausgange des Ortes St. Oswald ob Eibiswald, auf der Gänseben (östlich des Koralpengipfels), im Nordende des großen Kars (»am Sprung«), ferner im Eklogit oberhalb des Engelweingartens bei Stainz. Hier liegt auch das Schichtstreichen in der Richtung NO—SW, die aufdringenden Adern sind daher teilweise von ihrer Gangkluft weg in die Schieferungsfugen übergesprungen. Trotzdem merkt man auch hier, daß es sich um deutliche Quergriffe handelt. Ein sehr scharf ausgeprägter Quarzgang, der technisch verwertet wurde, findet sich auch in Oberwald (4 *km* südwestlich von Ligist) südlich der Waldschmiede. Sehr deutlich ist die Entwicklung auch im Raume von Modriach, besonders am Herzogberg. Es sind das die Gänge, welche die berühmten Rutile geliefert haben. Ferner in einem Marmorbruche im Engtale der Lavant, 2 $^1/_2$ *km* nördlich von St. Gertraud.

Wo diese Gänge durch Marmor hindurchsetzen, haben sie interessante Kontaktzonen erzeugt (siehe Koralpe II und V).

Soweit die gefüllten Gänge. Natürlich finden sich auch viele leere Klüfte. Im Innern der Koralpe bietet sich keine Gelegenheit zu Kluftmessungen, lediglich in den Steinbrüchen am Rande, z. B. den Schiefergneisbrüchen bei Schwanberg. Unter den vielen Kluftrichtungen spielen auch hier die Nordostklüfte eine hervorragende Rolle.

Sehr eingehende Kluftmessungen hat Stiny im Teigitschgebiet angestellt (*184*). Auch hier sind die Nordostklüfte wichtig. Von den gleichgerichteten Störungen im Lavanttal wurde in (*159*) berichtet. Auch im Grazer Paläozoikum werden nach Mohr (*71*, p. 131) NW-SO-Antiklinalen von Nordoststörungen gequert. Für das z. T. sehr jugendliche Alter spricht das Auftreten der gleichen Klüftung in den Kohlenbecken von Köflach und im Lavanttal.

Wichtig ist, daß diese Klüfte genau senkrecht auf dem alten Faltenbau stehen. Wenn man den ganzen Koralpenbau in starker Schematisierung mit einem Wellblech vergleicht, so entspricht die Richtung normal auf die Wellenachsen einem Minimum der Festigkeit, einer Richtung des geringsten Widerstandes. Es ist klar, daß die verschiedensten Beanspruchungen sich in Komponenten zerlegen werden, deren eine in diese Richtung geringsten Widerstandes fällt.

Ich habe in (*159*) bewiesen, daß diese Brüche ganz verschieden alt sind, trotz gleicher Lage und trotz engster Nachbarschaft. Die Klüfte mit Gangfüllung sind älter als die jungalpidische Verstellung, einige Querklüfte sind jünger als der Lavanttaler Bruch. Sie entsprechen einem Wiederaufleben der alten Richtung. Für die Klüfte des Teigitschgebietes hat Stiny (*184*, p. 481) junges Alter nachgewiesen.

b) Die Heraushebung des Koralpenblocks.

Die erhöhte Stellung des Koralpenblocks gegenüber seiner Umgebung im W, S und O war Gegenstand zahlreicher Untersuchungen (von Aigner, Heritsch, Sölch, Stiny, Winkler und mir). Schon Rolle hatte einen Teil der jungen Hebungen erkannt. Es kann hier, um den Umfang meiner Arbeit nicht noch mehr zu vergrößern, auf diese Arbeiten, die ihren Schwerpunkt in morphologischen Untersuchungen haben, nicht näher eingegangen werden, vielmehr will

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wienl; download unter www.biologiezentrum.at

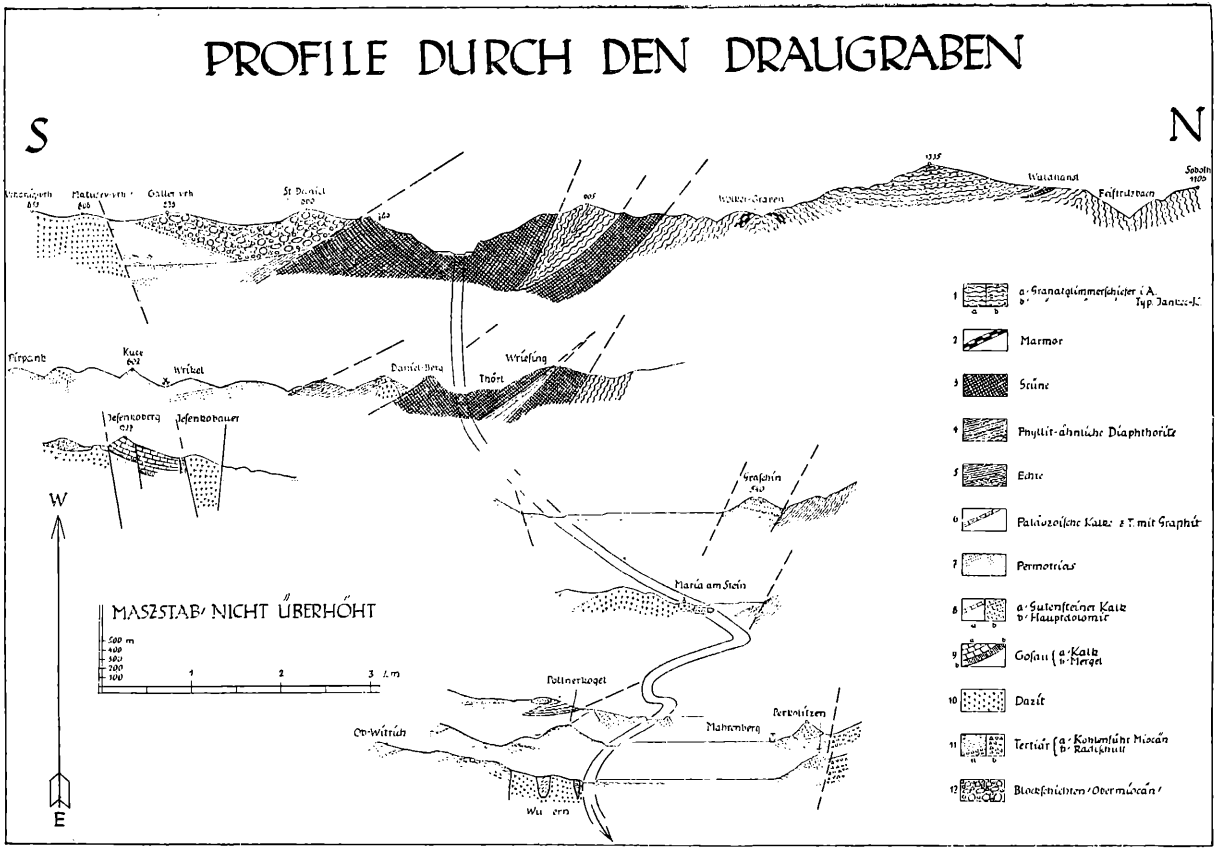


Fig. Profile durch den Draugraben. Links Bachern, rechts Koralpe. Nicht überhöht. Man sieht (im obersten Profil), daß das Tertiär von St. Daniel keine Fortsetzung in der Koralpe hat.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ich nur einige einschlägige, rein geologische Beobachtungen hier in aller Kürze anführen.

Den Westrand der Koralpe, seine mehrphasige Heraushebung an der Lavanttaler Störungszone, habe ich in (*159*) ausführlich behandelt.

Der Südrand entspricht einer tektonischen Einmuldung, jener Senke zwischen Koralpe und Bachern, die ich Drautalsynklinale genannt habe. Sie wird, wenig nördlich von ihrem Muldentiefsten, durch junge (nachmiozäne), steil stehende Brüche noch weiter vertieft. Diesen Senkungsstreifen (der kein regelmäßiger Grabenbruch ist) nenne ich den »Draugraben«. Seine wichtigsten Teile sind die tektonischen Senkungsfelder von Saldenhofen und von Mahrenberg (übrigens entspricht auch das weite Feld zwischen St. Pauler Bergen im N und Bleiburger Bergen im S, das »Schwabegger Feld«, einem tektonischen Einbruch). Statt vieler Worte gebe ich in Fig. 5 eine Profilreihe, aus der alles Wissenswerte hervorgeht.

Der Ostrand der Koralpe ist gegen das weststeirische Tertiär ebenfalls tektonisch abgesenkt. Das ergibt sich mit zwingender Notwendigkeit aus den morphologischen Befunden. Im südlichen Teile, im Raume von Eibiswald, hat dadurch stellenweise ein »Ertrinken« einiger alter Talrinnen im Süßwassersee der Eibiswalder Schichten stattgefunden (*185*). Winkler's wiederholte Polemik gegen diese kleine vorläufige Studie beruht auf einem Mißverständnis, vielleicht an meiner etwas zu knappen Ausdrucksweise a. a. O. Ich halte keineswegs alle Tertiärreste innerhalb des Krystallins für vormiozäne Täler, vielmehr habe ich für einige Stellen, besonders das Becken von Vordersdorf, ausdrücklich angegeben, daß man zur Erklärung auch tektonische Vorgänge heranziehen müsse.

Für den nördlichen Teil der Weststeiermark, besonders das Teigitschgebiet, liegen sehr eingehende Studien von Stiny vor, die zu einem lebhaften Meinungsaustausch mit Waagen führten (*184, 186—196*). Ferner Arbeiten von Aigner, Heritsch und Winkler. Ich kann hier nicht im einzelnen darauf eingehen. Das Hauptergebnis ist, daß das Krystallin der Koralpe in einzelnen Blöcken an Flexuren (Kniefalten), die teilweise in Brüche ausarten, gegen das weststeirische Becken in die Tiefe sinkt. Im großen ist es derselbe Fall wie am Südrand der Koralpe: Eine ältere sanfte Abwölbung (Abfall der Koralpe unter das Köflacher Paläozoikum und das Sausal) wird durch jüngere, schärfer ausgeprägte vertikale Verstellungen verstärkt. Vgl. die Übersicht in Fig. 6.

Das Gesamtbild: Der Koralpenblock hat sich gegen W, S und O gegenüber seiner Nachbarschaft erhoben. Diese Hebung erreichte zweifellos in den südwestlichen Teilen des Blocks den Höhepunkt, wie schon aus der Hydrographie hervorgeht (*197*), und betrug dort mehrere hundert Meter. Im Gegensatz zum scharfen Bruchrand im W (Lavanttaler Bruch) hat gegen S und gegen O ein staffelförmiges Absinken stattgefunden. Ost- und Südrand waren durch ältere Abwölbungen vorgezeichnet und sind später in vielen, zeitlich

z. T. weit auseinanderliegenden Phasen weiter abgesenkt worden. (Vgl. *159.*) Der Südrand erfuhr auch noch durch junge (miozäne) horizontale Verschiebungen eine Beeinflussung.

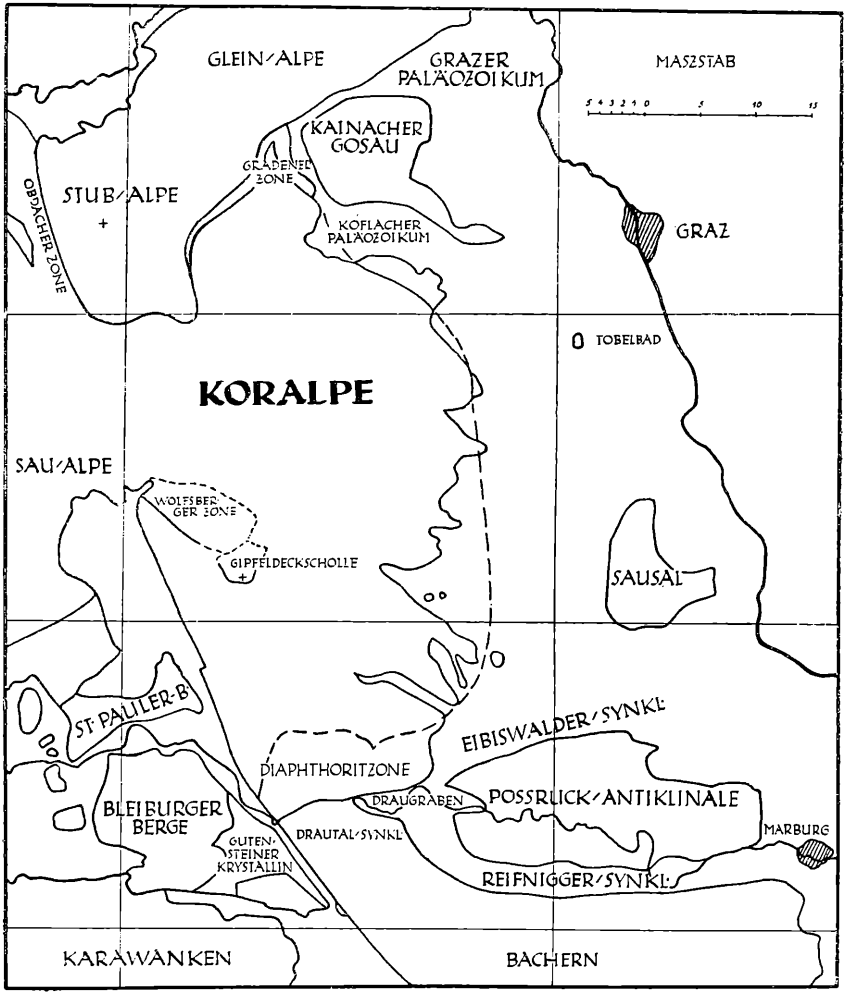


Fig. 6. Übersicht über die tektonischen Einheiten des weiteren Koralpengebietes.

D. Die Altersfolge der tektonischen Ereignisse.

1. Die voralpidische Tektonik.

Ich habe gezeigt, daß ein Gebirge mit starkem Faltenbau vorliegt, mit NW-SO-Streichen. Wo dieses von der Hauptrichtung abweicht, konnte es als jüngere Umstellung erwiesen werden. Ferner ergab sich, daß das Paläozoikum nicht mehr in einer, mit dem Bau

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

der tieferen Teile vereinbaren Deformation vorliegt. Daraus wurde schon von Schwinner, Heritsch, Mohr der Schluß auf ein altes, mindestens vorpermisches Gebirge gezogen. Über die Altersstellung desselben bestehen im wesentlichen zwei Meinungen: Mohr hält es für variszisch und hat das durch den ähnlich klingenden Namen »tauriskisch« zum Ausdruck gebracht, Heritsch und Schwinner für präkambrisch, wobei sie einer späteren variszischen Phase keine besondere Wirkung einräumen.

Daß ein so weitgehender Meinungsunterschied überhaupt möglich ist, liegt an den höchst ungünstigen geologischen Verhältnissen in bezug auf die jüngeren fossilführenden Formationen, welche zur Altersbestimmung herhalten sollen.

a) Wir wissen bis heute noch nicht einwandfrei, ob das Köflacher Paläozoikum (ich bleibe mit meiner Ableitung absichtlich in engster Nachbarschaft) seinem krystallinen Untergrunde tektonisch oder transgressiv auflagert. D. h., heute ist diese Grenze sicher tektonisch; daraus folgt aber noch lange kein Fernschub, es kann ja bei irgendeiner Beanspruchung die Transgressionsfläche, an der sehr verschiedene Gesteine zusammenkommen, tektonisch ausgearbeitet worden sein. Viel ernster spricht das Fehlen von basalen Konglomeratbildungen u. dgl. gegen die Bodenständigkeit dieses Paläozoikums. Ich wüßte nur eine Stelle mit basalen Geröllen, das sind die Bändermarmore von St. Lorenzen ob Eibiswald. Ich erblicke in ihnen eine (devonische?) Transgressionsbildung über dem Koralpenkrystallin.

b) Es fehlt in allen in Betracht kommenden Gebieten transgressives Oberkarbon, wodurch auch der Anteil der variszischen von den alpidischen Phasen schwer zu trennen ist. Auch die Gerölle im Perm der Drautalsynklinale können, wenigstens, was ich bis jetzt gesehen habe, zu einer Datierung nicht herangezogen werden, weil sie ihr Material aus dem W und nicht aus dem N bezogen. Ein Konglomerat mit Krystallingeröllen (übrigens unbestimmbar) unter der Mahrenberger Trias könnte Perm sein, aber auch ebensogut tektonisch verarbeitetes Tertiärkonglomerat.

Übrigens zweifelt niemand daran, daß vorpermischer Bau vorliegt. Was spricht nun für variszischen Bau?

a) die Tektonik der devonischen (und sonstigen) Teile des Paläozoikums, welche im gleichen Sinne gefaltet sind wie das Altkrystallin, in weiterer Entfernung eine gut datierbare Tektonik, z. B. am Polster bei Eisenerz (Redlich-Spengler),

b) die Beobachtung, daß an einzelnen Stellen (z. B. Köflacher Paläozoikum) wenigstens scheinbar ein fortlaufender Faziesübergang vom Krystallin ins Paläozoikum stattfindet.

Gegen variszischen Bau der Hauptmasse des Krystallins spricht:

a) Daß die Beanspruchung des Paläozoikums weitaus geringer, vielfach überhaupt nicht vergleichbar ist mit der des Altkrystallins. Es besteht ein grundlegender Unterschied: Das Altkrystallin ist im wesentlichen vorkrystallin gefaltet, wenn es auch dann noch spätere Störungen erlitten hat, das Paläozoikum nur para- bis postkrystallin.

b) Der an vielen Stellen unzweifelhaft zu beobachtende Hiatus in der Metamorphose zwischen Altkrystallin und Paläozoikum. Er entspricht, wie ich früher zu zeigen versucht habe, einer großen Erosionslücke, die wir uns mit Quarzphylliten ausgefüllt denken müssen.

c) Der Umstand, daß die Pegmatite niemals in die Phyllite durchsetzen, was bei einer zusammenhängenden Schichtfolge ganz unbegreiflich wäre.

Diese Argumente stehen einander keineswegs mit der Ausschließlichkeit eines »entweder—oder« gegenüber, sondern sie beweisen das Vorhandensein beider Phasen, wobei allerdings — immer

© Verlag Austria - Forum - Forschungsnetzwerk Austria - Forum - Forschungszentrum.at

nur für unser steirisch-kärntnerisches Grenzgebiet gesprochen — der variszischen Phase keine besondere Rolle zukommt. Es liegt mir ganz ferne, dieses Ergebnis auf größere Teile der Ostalpen verallgemeinern zu wollen.

Wir erkennen also als Hauptgebirgsbildungsphase für das Koralpengebiet eine voraltpaläozoische, daneben eine im behandelten Raume sehr geringfügige vorpermische, also variszische im weiteren Sinn. Eine Zuteilung in eine enger gefaßte Phase kann nicht erfolgen.

Wir verdanken der älteren Phase: den Faltenbau (in der Koralpe NW—SO, mit Schubrichtung gegen SW) und eine, die tektonischen Bewegungen überholende Regionalmetamorphose, die sich ungefähr im Grenzbereich der III. und II. Tiefenstufe abspielte.

Alles andere, was danach kam, hatte nur mehr destruktiven, zerstörenden Charakter. Die Aufteilung dieser diaphthoritischen Vorgänge auf variszisch und alpidisch ist natürlich schwer, weil das Karbon fehlt. Ich möchte jene Beanspruchungen, welche noch die gleiche Richtung wie der alte Bau haben, den variszischen Ereignissen zuordnen. Das Köflacher Paläozoikum liegt scheinbar sehr ruhig. Wenn sich jedoch die Vermutung Schwinners vom devonischen Alter des Schöckelkalkes bewahrheiten sollte, müßte man einen nicht unbeträchtlichen Deckenbau annehmen.

Die Korrelate dieser variszischen Tektonik in den krystallinen Phasen der Koralpengesteine zu nennen, ist natürlich sehr schwer, wenn nicht unmöglich. Jedenfalls waren sie rückschreitender Natur. Abweichend von Angel-Heritsch stelle ich die Entstehung, d. h. die Diaphthorese der Gradener Serie nicht hieher, sondern zu den alpidischen Bewegungen. Paläozoisch (variszisch s. l.) sind also ein Teil der Tiefendiaphthorese im Altkrystallin, ferner mindestens ein Teil der Phyllitisierung des Altpaläozoikums.

Die Beobachtung, daß in den permischen Konglomeraten Gerölle desselben (Grödener) Sandsteins und Konglomerats auftreten, deutet auf Bewegungsvorgänge während des Perms hin.

Schwinner hat die alte Orogenese und die ihr folgende Krystallisation als »algomanisch«, d. i. die in Nordamerika zwischen jotnisch und jatulisch eingeschaltete orogenetische Phase, bezeichnet. Ich halte eine Parallelisierung über so weite Räume wohl für etwas zu gewagt.

Haben wir so die alte Regionalmetamorphose einigermaßen relativ untergebracht, so ist sie doch nur der Schlußpunkt der aufbauenden Metamorphose. Besonders bei den Paragesteinen (Koralpe VIII) haben sich die Reste mindestens einer älteren Krystalloblastese, welche der Injektion vorausging, feststellen lassen. Es ist nicht nötig, diese älteste erkennbare Metamorphose (über die wir außer ihrer Anwesenheit keine nähere Angabe machen können) mit einem eigenen Namen zu bezeichnen. Wir begnügen uns damit, festzustellen, daß schon zur Zeit der Koralpenkrystallisation die Gesteine polymetamorph waren.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Auf eine genauere Phasengliederung dieser alten Vorgänge will ich mich nicht einlassen; bei den vielen Konvergenzerscheinungen, bei der Unmöglichkeit, auch nur die relative Abfolge selbst bloß für den Raum Koralpe—Stubalpe festzustellen, hätte sie rein hypothetischen Charakter.

A. Closs hat (*148*) eine Phasenfolge versucht, die mit der meinigen nicht gut übereinstimmt. Er unterscheidet

1. Koralpenkrystallisation in der III. Tiefenstufe, durch die Gleinalpenkrystallisation in der Metamorphose herabgedrückt.
2. Gleinalpenkrystallisation in der II. Tiefenstufe.
   - α) Durchbewegung, von Krystalloblastese überholt.
   - β) Injektion mit pegmatitischem Material.
   - γ) Einschlichtung der Injektionsmassen.
   - δ) Saure Restlösungen (Aplit und Quarz), ebenfalls eingeschlichtet.
3. Ammeringkrystallisation erzeugt lokale Diaphthorese.

Abweichend davon stelle ich alle die bei Closs unter Punkt 2 genannten Ereignisse zur »Koralpenkrystallisation« (der ich ältere, schwer näher zu bestimmende Phasen vorausgehen lasse), vor allem deswegen, weil ja das Injektionsmaterial an der Tiefenmetamorphose teil hat (dabei ist zu berücksichtigen, daß auch — aber in vergleichsweise sehr geringem Maße — jüngere Injektionen auftreten, als Quergriffe ausgebildet). Die Hauptkrystallisationsphase in Stub- und Gleinalpe ist dieselbe wie in der Koralpe, nur hat sie nicht denselben Grad erreicht. Unter Gleinalpenkrystallisation verstehe ich — im Anschluß an Angel-Heritsch, wenn ich deren Darlegungen richtig verstanden habe — die leichte, rückschreitende Metamorphose (»Tiefendiaphthorese«), die das ganze Gebiet betroffen hat, die also im allgemeinen destruktiv, im Orthokörper der Gleinalpe allerdings auch konstruktiv gewirkt hat. Die »Ammeringkrystallisation« ist alpine Diaphthorese.

Also: Nach einer reichen, großenteils verwischten Vorgeschichte erreichen die Gesteine der beiden unteren Gruppen, im Anschluß an eine — mindestens vorsilurische — Orogenese den Höhepunkt der Krystallinität. Die variszische Tektonik, die zweifellos ebenfalls in unserem Gebiete bestanden hat, beschränkte sich auf Tiefendiaphthorese des Altkrystallins, unter gleichzeitiger Phyllitisierung des Altkrystallins.

Über das Altersverhältnis der beiden Gruppen des Altkrystallins, der Koralpen- und der Brettsteingruppe, sind keine sicheren Auskünfte möglich. Natürlich besteht die größte Wahrscheinlichkeit, daß die Brettsteingruppe die jüngere ist. Ob aber auch in bezug auf die Orthokörper der Koralpengruppe, so wie es Schwinner darstellt, halte ich doch für fraglich, mindestens für die Gruppe Bachern—Koralpe. Der Teil des Bacherngranits, der die Injektion erzeugt hat, ist jünger als beide und hat beide Gruppen gemeinsam durchtränkt.

2. Die alpidische Tektonik.

Die Einzeluntersuchung hat eine in verschiedenen Teilen verschieden starke alpidische Zerstörung der alten Strukturen nachgewiesen. Diese Bewegungen stehen in keinem Zusammenhang mit den großen Deckenschüben der Alpen, sondern entsprechen mehr einer lokalen Tektonik, welche das Altkrystallin von S und

© Verlag Austria-Forum / Geologische Bundesanstalt / Geologische Bundesanstalt, Geologie & Paläontologie Zentrum.at

von oben her aufgeschürft hat. Es ist die Schuppentektonik der von S andrängenden Südalpen, beziehungsweise Dinariden. Leider fehlt es an altersbekannten Sedimenten, um eine genauere Datierung durchführen zu können, immerhin glaube ich, daß sich drei Höhepunkte der Tektonik nachweisen lassen, ein vorgosauischer, ein alttertiärer und ein spät- bis nachmiozäner. Bezüglich der tertiären Tektonik glaube ich aber, daß sie nicht in einigen wenigen Phasen abgelaufen ist, daß sie vielmehr aus einer langen Kette von N-S-Stößen bestand und daß die bisher unterschiedenen »Phasen« (die »savische« und die »styrische«) Einzelheiten einer ziemlich kontinuierlichen Tektonik sind, die wir zufällig (infolge der erhaltenen Miozänsedimente) genauer datieren können, ganz abgesehen davon, daß die beiden erwähnten »Phasen« ganz belanglose Einzelereignisse sind, die gegenüber den andern nachweisbaren orogenetischen Ereignissen vollkommen zurücktreten.

Die wichtigsten Wirkungen der alpidischen Ereignisse (man kann nur von zwei Orogenesen, einer vor- und einer nachgosauischen sprechen; zwischen die einzelnen Stöße im Tertiär epirogenetische Phasen einzuschalten, halte ich für eine ungerechtfertigte Verkleinlichung der Begriffe Orogenese und Epirogenese) bestehen in einer Umstellung einzelner Krystallinteile in die W-O-Richtung unter gleichzeitiger Diaphthorese, in einer tektonischen Verschuppung und Mischung der hangendsten Gesteine, endlich in — nicht sehr bedeutenden — wagrechten Verfrachtungen.

Für vorgosauisch halte ich die Anlage des großen Diaphthoritmantels, der das Koralpenkrystallin wahrscheinlich gänzlich bedeckt hat (sein ehemaliges Hinaufreichen mindestens bis St. Oswald ob Eibiswald läßt sich beweisen). In die gleiche Zeit fällt wohl auch eine weitere Bearbeitung des Paläozoikums, eine leichte phyllitische Metamorphose, die bis in die Werfener Schiefer hinaufreicht, ferner wohl der Aufschub der Koralpe auf die Stubalpe. Jedenfalls müßte die Gosau der Kainach darauf untersucht werden, ob sie schon Diaphthorite als Gerölle führt. Die St. Pauler Gosau führt nach den Untersuchungen von Kahler *(167)* überhaupt keine Krystallingerölle, weil sie ja viel weiter im S abgelagert wurde.

In das ältere Tertiär ist die leichte Wellung der Kainacher Gosau zu setzen, ferner eine weitere Verschuppung der südlichen Diaphthoritzone, bei welcher Gelegenheit auch kretazische Dazite eingeschuppt wurden (westlich Hl. Drei König). Vormiozän sind auch die Nordbewegungen der St. Pauler Berge und der mesozoischen Inseln am Posruck. Jetzt erst beginnt die miozäne Sedimentation, begleitet von zwei (meiner Meinung nach sehr geringfügigen) orogenetischen »Phasen«, eine am Beginn des Untermiozäns (»savisch«), eine am Beginn des Obermiozäns (»styrisch«), die Winkler nachgewiesen hat. Viel bedeutender sind die nachmiozänen Ereignisse. Einmal die Schuppenbildung im Radl (siehe Fig. 4, eventuell noch »styrisch«?) in Verbindung mit einer Wiederbelebung der Schuppenbewegungen am Südrand der Koralpe

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

(Tertiär noch mit einbezogen, siehe Fig. 4, Prof. 6). Dann vor allem eine — für so junge Zeit erstaunlich lebhafte — Tektonik in den Karawanken. In durchschnittlich 1000 *m* Seehöhe werden Stücke von kohleführendem Tertiär eingeschuppt (Rischberg, Lobnigg), die ganzen Karawanken wandern ein Stück gegen N und überfahren dabei die ihnen vorgelagerte Tertiärrinne. (Die Überschiebung ist auf 940 *m* bergmännisch aufgeschlossen, beträgt aber wahrscheinlich 1 bis 2 *km*. Vgl. *128*.) Auch im Vorlande der Karawanken tritt starke Verschuppung von Phyllit, Trias und Miozän ein.

Endlich ist die Bruchtektonik zu erwähnen, die aber keineswegs immer der jüngste Vorgang gewesen ist. Der westliche Koralpenrandbruch z. B. ist vormiozän. Genaueres darüber in Lit. *159*.

Alle diese jungtertiären Bewegungen erstrecken sich in direkter Auswirkung nur auf die südlichen Teile des Koralpengebietes. Es bestehen aber noch Querbewegungen, im allgemeinen von O gegen W, die schwer zu deuten sind, vielleicht als umgerichtete Teilkräfte der Südstöße. Ihnen ist vor allem die Zusammenpressung des Tertiärs im oberen Lavanttal und bei Obdach zuzuschreiben. In welche Phase der von Heritsch nachgewiesene Aufschub der Stubalpe auf die Obdacher Serie (siehe Fig. 6) zu stellen ist, weiß ich nicht.

E. Die regionale Stellung der Koralpe.

Es wurde gezeigt, daß wir in der Koralpe einen sehr ausgedehnten Rest jenes vorpaläozoischen Gebirges vor uns haben, das aus den Arbeiten von Heritsch, Mohr, Schwinner usw. bereits bekannt ist. Ich konnte ferner darlegen, wie jüngere Beeinflussungen, hauptsächlich alpidischer Natur, nur eine mehr oder minder oberflächliche Zerstörung, eine seichte Aufschuppung der alten Bauformen erzeugt haben.

Es ist hier der Platz, zu weiteren regionalen Fragen Stellung zu nehmen. Es muß nachdrücklich darauf hingewiesen werden, daß die Untersuchung für die Frage eines regionalen Deckenbaues keine Kriterien ergab, so daß zu diesem Problem weder in zustimmender noch in ablehnender Weise Stellung genommen werden kann. Vom Standpunkt eines so großzügigen Deckenbaues, etwa wie ihn Kober, Staub vertreten, wären die alpidischen Störungen Teilverschuppungen im Rücken der oberostalpinen Decke. Diese müßte allerdings eine gigantische Mächtigkeit besitzen. Denn je tiefer wir in die Gesteine hinabdringen, desto stärker metamorph, desto »altmodischer« werden sie.

Andere Forscher, Heritsch, Mohr, Schwinner, nehmen eine — mindestens relative — Autochthonie für dieses Altkrystallin an. Es wird schwer halten, für die eine oder die andere Ansicht entscheidende Argumente zu finden. Jedenfalls halte ich Verbindungen, wie sie über Balkan, Alpen ins Waldviertel gemacht wurden, für — wenigstens auf absehbare Zeit — noch nicht gerechtfertigt.

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Es ist vielleicht nicht überflüssig darauf hinzuweisen, daß die behandelten alten Orogenesen nicht eine Vorstufe des alpinen Baues sind, sondern daß es sich um ein gänzlich andersartiges Gebirge handelt, das von den Alpen in einer gewissen Unabhängigkeit gekreuzt wurde, wenn auch natürlich die alten Strukturen nicht ohne Einfluß auf die jüngeren geblieben sind.

Viele Fragen sind noch offen. Es ist das Schicksal jeder neuen wissenschaftlichen Methode, daß sie zunächst mehr neue Fragen aufwirft als alte Probleme löst. Doch sind die bisherigen Erfolge des Zusammenarbeitens von Geologie und Petrographie so groß, daß sie zu noch schöneren Hoffnungen berechtigen.

Schriftenverzeichnis.

(Fortsetzung der Verzeichnisse in Koralpe I, II, VI und VII. Abkürzungen dieselben wie bisher).

156. 1908. Heritsch F., Über einige Einschlüsse und vulkanische Bomben von Kapfenstein in Oststeiermark. Centralblatt, p. 297 ff.

157. 1927. Žurga P. J., Starost granita na Pohorju. Geografsky vestnik, *1*. Laibach.

158. 1927. Winkler A., Erläuterung zu Blatt Gleichenberg der Geologischen Spezialkarte. Geolog. Bundesanst. Wien.

159. 1928. Kieslinger A., Die Lavanttaler Störungszone. Jahrb. Geolog. Bundesanst., *78*, p. 499—527.

160. 1924. Purkharthofer J., Koralpengebiet. Steirisch Land und Leute in Wort und Bild, Heft 1. Graz, Verlag Leykam.

161. 1922. Becke F., Zur Faziesklassifikation der metamorphen Gesteine. T. M. P. M., *35*, p. 215—230.

162. 1925. Heritsch F., Zur Geologie der östlichen Zentralalpen. Geol. Rundschau, *16*, p. 328—336.

163. 1923. Schwinner R., Die Niedern Tauern. Ibidem, *14*, p. 26—56, 155—163.

164. 1927. — Der Bau des Gebirges östlich von der Lieser. Sitzber. d. Akad. d. Wiss., Wien, mathem.-naturw. Kl., *136*, p. 333—382.

165. 1923. — Neuere Anschauungen über den Alpenbau, gewonnen an den Ostalpen, besonders an der östlichen Zentralzone. Zeitschr. Deutsche Geol. Ges., *75*, Monatsber., p. 164—176.

166. 1925. — Das Bergland nordöstlich von Graz. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss., Wien, mathem.-naturw. Kl., *134*, p. 219—276.

167. 1928. Kahler F., Über die faziellen Verhältnisse der Kärntner Kreide. Jahrb. d. Geolog. Bundesanst., *78*, p. 145—160.

168. 1926. Mohr H., Archäische Krinoiden? Verh. d. Geolog. Bundesanst., p. 177 bis 183 und Centralbl. B, p. 462—469.

169. 1927. Schwinner R., Die Stellung des Schöckelkalkes bei Graz, besonders bei Peggau. Ibidem, p. 70—86.

170. 1925. Cornelius H. P., Zur Vorgeschichte der Alpenfaltung. Geolog. Rundschau, *16*, p. 350—377, 417—434.

171. 1924. Heritsch F., Geologischer Führer durch die Zentralalpen östlich des Brenners. Berlin, Borntraeger.

172. 1915. Schwinner R., Analogien im Bau der Ostalpen. Centralbl., p. 52—62.

173. 1919. Mohr H., Ist das Wechselfenster ostalpin? Graz. Leuschner & Lubensky.

174. 1922. — Das Gebirge um Vöstenhof bei Ternitz (N.-Ö.). Denkschr. d. Akad. d. Wiss., Wien, mathem.-naturw. Kl., *98*, p. 141—163.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

175. 1926. Mohr H., Über tauriskische Gebirgsreste in der Klagenfurter Beckenumrahmung. Verh. d. Geol. Bundesanst., p. 100 ff.

176. 1925. Leuchs K., Neue Probleme der Alpengeologie. Senckenbergiana, *7*, p. 129 ff.

177. 1926. Ampferer O., Beiträge zur Auflösung der Mechanik der Alpen (2. Fortsetzung). Jahrb. d. Geolog. Bundesanst., *76*, p. 125 ff.

178. 1928. Kieslinger A., Eiszeitseen in Ostkärnten. Carinthia II, *117*/*118*, p. 24 bis 33.

179. 1927. Winkler A., Bemerkungen über das Grundgebirge an der Nordabdachung des Remschnigg-Poßruckgebirges. Verh. d. Geolog. Bundesanst., p. 238—242.

180. 1920. Schmidt W., Zur Oberflächengestaltung der Umgebung Leobens. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss., Wien, mathem.-naturw. Kl., I, *129*, p. 539—558.

181. 1925. Aigner A., Die geomorphologischen Probleme am Ostrande der Alpen. Zeitschr. f. Geomorphologie, *1*, p. 201.

182. 1924. Heritsch F., Die Kare der Koralpe. Zur Geographie der deutschen Alpen (Siegerfestschrift), Wien.

183. 1927. Winkler A., Das südweststeirische Tertiärbecken im älteren Miocän. Denkschr. d. Akad. d. Wiss., Wien, mathem.-naturw. Kl., *101*, p. 89—130.

184. 1925. Stiny J., Gesteinsklüfte im Teigitschgebiet. T. M. P. M., *38*, p. 464—478.

185. 1924. Kieslinger A., Die vormiozäne Oberfläche des Osthangs der südlichen Koralpe. Verh. d. Geolog. Bundesanst., p. 164—170.

186. 1923. Stiny J., Zur Entstehung von Kohlenmulden. Mitt. d. Geolog. Ges. Wien, *16*, p. 286—294.

187. 1926. — Das Kohlenbecken von Köflach-Voitsberg und seine Umgebung. Verh. d. Geolog. Bundesanst., p. 107 f.

188. 1926. — Nochmals das Kohlenbecken von Köflach-Voitsberg. Ibidem, p. 183 f.

189. 1925. — Gesteinsklüfte und alpine Aufnahmsgeologie. Jahrb. d. Geolog. Bundesanst., *75*, p. 97 ff.

190. 1926. — Bewegungen der Erdkruste und Wasserbau. »Die Wasserwirtschaft«, *19*, 1926.

191. 1924. — Hebung oder Senkung? Petermanns Mitteil., *70*, p. 205—209.

192. 1925. Waagen L., Das Kohlenbecken von Köflach-Voitsberg und seine Umgebung. Verh. d. Geolog. Bundesanst., p. 171—186.

193. 1926. — Nochmals das Kohlenbecken von Köflach etc. Ibidem, p. 147 bis 150.

194. 1926. — Kurze Bemerkung zu Prof. Stinys Entgegnung etc. Ibidem, p. 215 f.

195. 1927. — Geologischer Bericht aus dem Kartenblatt Köflach-Voitsberg. Ibidem, p. 133—141.

196. 1927. — Aufnahmsbericht. Ibidem.

197. 1927. Kieslinger A., Zur Hydrographie des Koralpengebietes. Mitt. d. Geogr. Ges. Wien, *70*, p. 117—127, 344.

198. 1897. Brunlechner A., Die paläozoische Scholle bei Viktring. Carinthia II, *87*, p. 192.

© Verlag

Übersicht über die Koralpenmonographie.

Mit Rücksicht darauf, daß die einzelnen Teile der Koralpenmonographie in langen Abständen, auch in verschiedenen Zeitschriften erschienen sind, scheint es angezeigt, sie hier übersichtlich zusammenzustellen:

1. Koralpe I. Die Diaphthoritzone.
2. » II. Marmore auf Kartenblatt Unterdrauburg.
3. III. Die »Steinofen« des Koralpengebietes.
4. IV. Alte und junge Verwitterung im Koralpengebiet.
5. V. Marmore auf Kartenblatt Deutschlandsberg—Wolfsberg.
6. VI. Pegmatite.
7. VII. Eklogite und Amphibolite.
8. VIII. Paragesteine.
9. IX. Der Bau der Koralpe und seine Beziehungen zu den Nachbargebieten.

Ferner:

10. Geologische Spezialkarte der Republik Österreich. Blatt Unterdrauburg (im Druck).
11. Paramorphosen von Disthen nach Andalusit. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl., I, *136*, 1927, p. 71—78.
12. Die vormiozäne Oberfläche des Osthanges der südlichen Koralpe. Verh. d. Geolog. Bundesanst. Wien, 1924, p. 71—78.
13. Der Bergsturz am Burgstallkogel bei Lavamünd. Mitt. d. Geograph. Ges. Wien, *68*, 1925, p. 161—165.
14. Zur Hydrographie des Koralpengebietes. Mitt. d. Geograph, Ges. Wien, *70*, 1927, p. 117—127.
15. Die Frauenluken in der Soboth, Steiermark, als Beispiel einer tektonischen Höhle. Speläologisches Jahrbuch, *7/8*, 1926/27, p. 36 bis 38.
16. Die Lavanttaler Störungszone. Jahrbuch d. Geolog. Bundesanst., Wien, *78*, 1928, p. 499—527.
17. Zur Frage der Gelenkmarmore. Zeitschr. Deutsche Geolog. Ges. 1928, Monatsber., p. 185—188.
18. Ein neues Vorkommen von Salit. Tschermak's Min. u. Petr. Mitt., *39*, Heft 1/2.
19. Tertiäre Verwitterungsböden in den Ostalpen. Geolog. Rundschau (im Druck).

Errata:

Koralpe I.

Seite 22, Zeile 7, 8 und 9 von unten:
Pleochroismus $\gamma > \alpha$, γ' zitrongelb, α' blaßgelb, fast farblos. $\rho > \upsilon$, opt. +. Auslöschungsschiefe des Chloritoids $c : \alpha' = 30°$

Seite 38, unten Lit. 10 (Bauer):
Mitt. naturw. Verein f. Steiermark, *32*, 1895, p. 206 ff.

Koralpe III.

Der Plural »Öfen« ist durch »Ofen« zu ersetzen.

Koralpe IV.

Seite 99:
Die letzten drei Zeilen, von »Sehr wichtig« bis »...600 *m*« haben zu entfallen.

Seite 104, Zeile 17 von oben:
Statt »Montanistische Rundschau« lies: »Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch Leoben«.

Koralpe V.

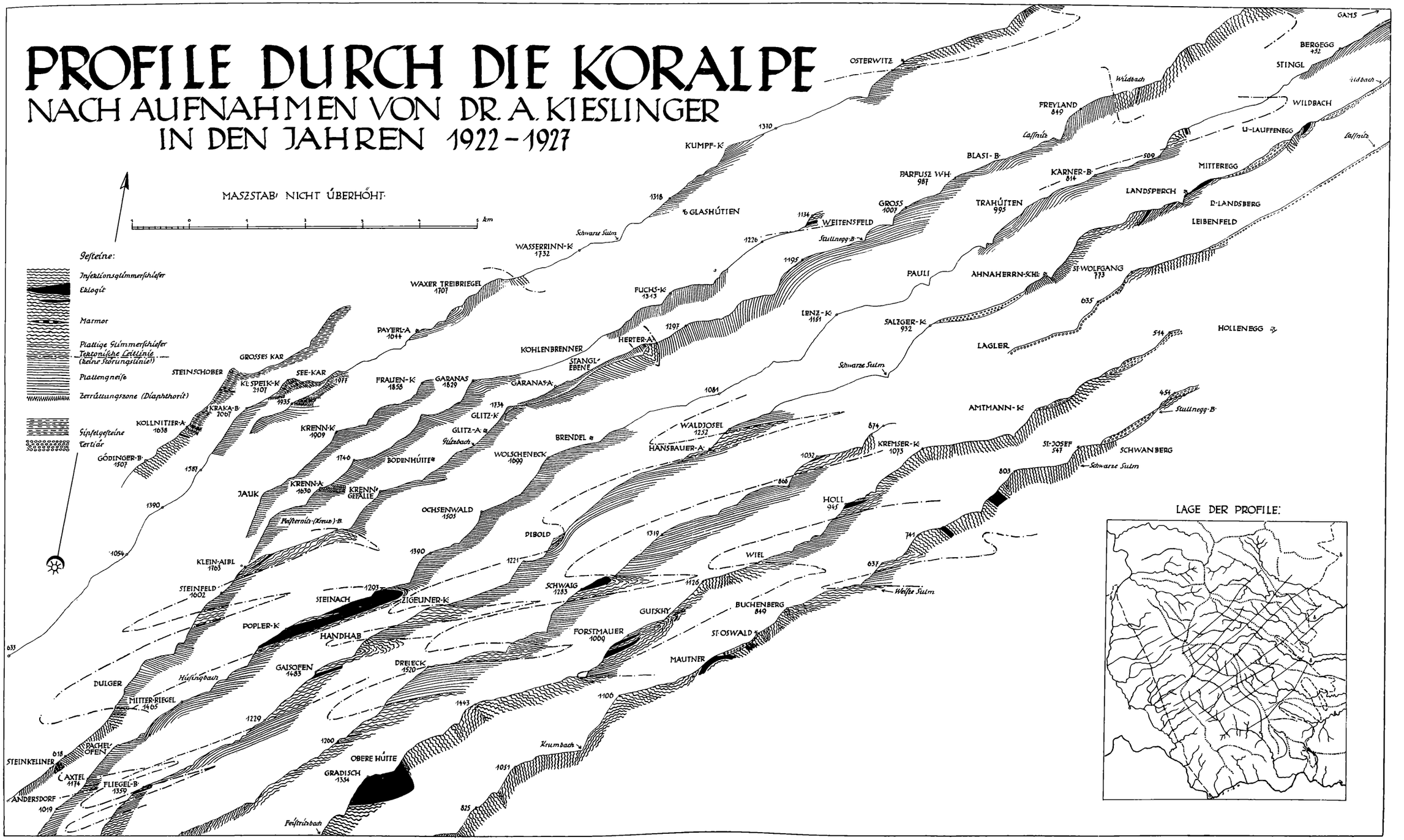
Seite 107, Zeile 8 von oben:
Beryll mittleres $n = 1 \cdot 57$.

Seite 108, 2. Absatz, 3. Zeile »Ranhofer« statt »Rauhofer«.
5. Zeile lies: »Die Steinbrüche in der Ranhoferleiten (schon im Tal der Niederlaßnitz, bei der Reslmühle NO von Osterwitz) haben die Steine...

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

PROFILE DURCH DIE KORALPE

NACH AUFNAHMEN VON DR. A. KIESLINGER IN DEN JAHREN 1922–1927



Inhalt.

Einleitung.

A. Die Gesteine und ihre Metamorphose.
1. Der Koralpenkern.
2. Metamorphose und Krystallisationsgeschichte.

B. Die Gliederung der Koralpengesteine und ihre Parallelisierung mit Nachbargebieten.
Allgemeines.
I. Koralpengruppe.
II. Brettsteingruppe.
III. Quarzphyllitgruppe.
IV. Paläozoikum.
V. Mesozoikum.

C. Der geologische Bau.
1. Die voralpidischen Bauformen.
Die alpidische Tektonik.
Allgemeines.
Einzelbeschreibung.
a) Das Gutensteiner Krystallin.
b) Die Drautalsynklinale.
c) Die große Diaphthoritzone.
d) Der südliche Teil des Altkrystallins.
e) Der Westhang der Koralpe gegen das Lavanttal.
f) Die Wolfsberger Zone.
g) Der Raum von Twimberg-Theisenegg.
h) Einzelne W-O-Streifen im Innern der Koralpe. | Gipfeldeckscholle.
i) Der tektonische Nordrand der Koralpe,
k) Die Obdacher Zone.
l) Der Ostrand der Koralpe.
m) Der Radlzug.
3. Die junge Bruchtektonik.
a) Die Nordostsprünge.
b) Die Heraushebung des Koralpenblocks.

D. Die Altersfolge der tektonischen Ereignisse.
1. Die voralpidische Tektonik.
2. Die alpidische Tektonik.

E. Die regionale Stellung der Koralpe.